

ROCZNIKI
AKADEMII ROLNICZEJ
W POZNANIU
CCCLXV



MELIORACJE
I INŻYNIERIA
ŚRODOWISKA

POZNAŃ 2005

26

PIOTR STACHOWSKI

WPLYW WARUNKÓW ATMOSFERYCZNYCH I UPRAWIANYCH ROŚLIN NA RUCH WODY I ZMIENNOŚĆ UWILGOTNIENIA W GRUNTACH POGÓRNICZYCH

*Z Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

ABSTRACT. The research results indicate that the dynamics of moisture content in the upper layers of postmining grounds depends mainly on the weather conditions. It states that the largest dynamics of water reserve change occurred in the upper layers of arable soil in postmining grounds. The undesirable moisture conditions in 2004 caused periodic water deficiency, which coincided with an intensified water demand for plants of postmining grounds.

Key words: postmining grounds, ground water capacity, water deficiency

Wstęp

Działalność wydobywcza górnictwa odkrywkowego węgla brunatnego przyczynia się do zniszczenia pokrywy glebowej z ekosystemem i wyłączenia z użytkowania gruntów rolnych i leśnych w obrębie powstających wyrobisk, a także powoduje zakłócenia stosunków wodnych terenów przyległych do kopalni (Rząsa i in. 1999). Grunty pogórnice, powstające w wyniku urabiania, transportowania i zwałowania skał nadkładu, charakteryzują się zmiennością losową, determinowaną budową litologiczną i technologią robót górniczych (Gilewska i Otremba 2002). Znacznie ograniczony zakres prac ziemnych na etapie rekultywacji technicznej, dzięki wprowadzonemu podsięypnemu i kierowanemu systemowi zwałowania nadkładu, przyczynił się do uzyskania większej jednorodności utworów budujących górne piętro zwałowisk, co umożliwia w procesie rekultywacji i zagospodarowania rolniczego odtwarzanie gleb na terenach zwałowisk wewnętrznych, niekiedy o korzystniejszym składzie granulometrycznym niż w pokrywie glebowej, jaka występowała w przeszłości (Kowalik 1993).

Dotychczas prowadzone badania koncentrowały się głównie na zmianach zachodzących w środowisku glebowym na skutek odwadniającego oddziaływania górnictwa

odkrywkowego (Mocek i in. 2000, 2002, Owczarzak i in. 1998), a także na zrehabilitowanych terenach pogórnicych (Szafranski i Stachowski 1997). Skuteczność zabiegów rekultywacyjnych w dużej mierze jest uzależniona od uwilgotnienia gruntów pogórnicych, które przy głębokim zaleganiu wód gruntowych zależą od przebiegu warunków meteorologicznych, szczególnie pod względem ilości i rozkładu opadów atmosferycznych (Gumiński 1948, Owczarzak i Mocek 2004). Wiedza o uwilgotnieniu wierzchnich warstw gruntów pogórnicych może być bardzo przydatna przy podejmowaniu decyzji o sposobie rekultywacji i zagospodarowania zwałowisk oraz przy doborze gatunków i odmian roślin do ich obsiania i nasadzenia. Celem pracy była zatem ocena wpływu kilkuletniego rolniczego użytkowania gruntów pogórnicych na pojemność wodną ich wierzchnich warstw.

Material i metody

Pracę oparto na wynikach badań i obserwacji terenowych prowadzonych na 4 powierzchniach doświadczalnych, każda o wielkości 0,32 ha, zlokalizowanych na zwałowisku wewnętrznym odkrywki „Kazimierz Północ”, położonej na Pojezierzu Kujawskim (szerokość 52°20' N, długość 18°05' E). Zwałowisko, na którym prowadzono badania, zostało uformowane hipsometrycznie do poziomu otaczającego terenu. Po zakończeniu w 1998 roku rekultywacji technicznej na badanych powierzchniach uprawiana jest lucerna, pszenica ozima, jęczmień jary i rzepak.

Szczegółowe badania terenowe obejmowały wykonanie w trzech transektach wierceń i odkrywek glebowych, przecinających wytypowane powierzchnie z kierunków wschodniego na zachodni. Na podstawie wykonanych w każdym transekcie 27 wierceń do głębokości 3 m wyznaczono na badanych powierzchniach zasięgi gruntów o podobnej budowie profilowej. Wytypowane cztery profile, na podstawie selekcji celowej (Zajac 1994), są reprezentatywne w 70-80% dla analizowanych powierzchni doświadczalnych. Właściwości fizyczne, chemiczne i wodne badanych profili oznaczono metodami powszechnie znanymi i stosowanymi w gleboznawstwie (Mocek i in. 2000, Polska Norma... 1998):

- skład granulometryczny – metodą aerometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, z podziałem materiału glebowego na grupy granulometryczne,
- gęstość objętościową – na podstawie pobranych w 4 powtórzeniach z każdego poziomu genetycznego próbek objętościowych o nienaruszonej strukturze, cylindrami o objętości $V = 100 \text{ cm}^3$,
- gęstość stałej fazy gleby – metodą piknometryczną,
- zawartość węgla organicznego – metodą Tiurina, po czym przeliczono ją na zawartość próchnicy (M.O.) według wzoru: $M.O. = C \text{ org.} \cdot 1,724$,
- właściwości wodne – z krzywych sorpcji wody (pF) i na ich podstawie ustalono: ilość wody łatwo dostępnej dla roślin ($\Delta R_{wld} = \Delta R_u$) jako 2/3 wartości z różnicy pomiędzy zawartością wody odpowiadającej połowej pojemności wodnej (R_{ppw} , pF = 2,0) a wilgotnością trwałego więdnięcia (R_{wtw} , pF = 4,2), (Smedema i Rycroft 1983).
- pomiary infiltracji (w wierzchnich) i perkolacji (w głębszych) warstwach gruntu – metodą podwójnych pierścieni (*double ring method*) w 4 powtórzeniach (Mocek i in. 2000). Przebieg warunków meteorologicznych, przeanalizowano na podstawie codziennych pomiarów opadów atmosferycznych zarejestrowanych we własnym posterunku

opadowym oraz wyników codziennych pomiarów temperatur powietrza ze stacji meteorologicznej KWB „Konin” w Kleczewie. Ponadto w pracy poddano szczegółowej analizie wpływ użytkowania rolniczego na uwilgotnienie wierzchnich warstwy gruntów pogórnicych w okresie wegetacyjnym 2004 roku.

Wyniki

Szczegółowe rozpoznanie właściwości wierzchniej warstwy gruntów w 3 analizowanych transektach wykazało, że pokrywa gruntowa badanych powierzchni doświadczalnych wykazuje niewielką zmienność w układzie profilowym. Typowe dla analizowanych powierzchni profile gruntów pogórnicych zbudowane są najczęściej z glin (tab. 1). W jednometrowej warstwie profilu nr 1 (lucerna) przeważają gliny średnie. W profilu nr 2 (pszenica ozima) od powierzchni występuje glina piaszczysta, przechodząca na głębokości 30 cm w glinę lekką. Profil nr 3 (jęczmień jary) zbudowany jest z gliny lekkiej z wkładką piasku gliniastego. Natomiast profil nr 4 (rzepak) w całej miąższości wykazuje uziarnienie gliny. Gęstość stałej fazy gruntów w warstwie 0-60 cm osiągała średnią wartość $2,67 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, a zatem jest ona porównywalna z gęstością stałej fazy większości gleb mineralnych (Mocek i in. 2000). Małe zróżnicowanie w budowie morfologicznej badanych gruntów pogórnicych wpłynęło na niewielkie również zróżnicowanie ich właściwości wodnych. Stan rezerwy retencji użytecznej (ΔR_{WLD}), odpowiadający wodzie łatwo dostępnej dla roślin, w obu analizowanych warstwach wynosił średnio 41 mm. Stosowane od pięciu lat zabiegi uprawowe, głównie orka, spowodowały powstanie warstwy ornej o ciemniejszej barwie i strukturze bardziej porowatej niż poziomów niżej zalegających. Potwierdziły to badania gęstości objętościowej gruntu suchego, która w wyniku pięcioletnich zabiegów uprawowych, zmniejszyła się około $0,21 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ i osiągnęła średnią wartość $1,76 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Głębsze warstwy wykazywały większe zagęszczenie, spowodowane używaniem ciężkich maszyn przy zabiegach agrotechnicznych oraz naturalną stabilizacją i konsolidacją gruntu pogórnicych. Ich gęstość objętościowa w warstwie podornej (30-60 cm) wynosiła od $1,86$ (profil nr 3) do $1,98 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (profil nr 1), średnio $1,92 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Gęstość ta była większa od tzw. wartości granicznej ($1,8 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$), przyjmowanej jako dopuszczalne, maksymalne zagęszczenie dla roślin uprawnych (Mocek i in. 2000).

Zmniejszenie w wyniku zabiegów uprawowych gęstości objętościowej i tym samym rozluźnienie spójnej struktury warstwy ornej w znacznym stopniu zwiększyło jej przepuszczalność wodną. Przeprowadzone badania infiltracji wykazały jednak pewne zróżnicowanie w przepuszczalności wierzchnich warstw badanych gruntów. W profilu nr 1, w obrębie powierzchni obsianej lucerną mieszańcową, na której stosowane były tylko zabiegi pielęgnacyjne (bronowanie, wałowanie), współczynnik infiltracji ustalonej warstwy ornej wynosił $1,4\cdot 10^{-5} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Lepszymi zdolnościami infiltracyjnymi charakteryzowały się poziomy uprawne pozostałych 3 profili gruntów pogórnicych reprezentujących powierzchnie, na których stosowano tradycyjne zabiegi uprawowe. W ich warstwach uprawnych współczynniki infiltracji ustalonej kształtowały się w przedziale od $2,1\cdot 10^{-5}$ (profil nr 4) do $5,4\cdot 10^{-5} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (profil nr 2), a więc średnio $3,7\cdot 10^{-5} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Wykonywane zabiegi agrotechniczne przy użyciu ciężkich maszyn spowodowały natomiast zwiększenie zagęszczenia warstwy podornej, w której współczynnik perkolacji osiągnął średnią wartość $0,029\cdot 10^{-5} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Tabela 1

Niektóre właściwości fizyczne, chemiczne i wodne badanych profili gruntów pogórnicznych
Some physical, chemical and water properties of investigated soil profiles of postmining grounds

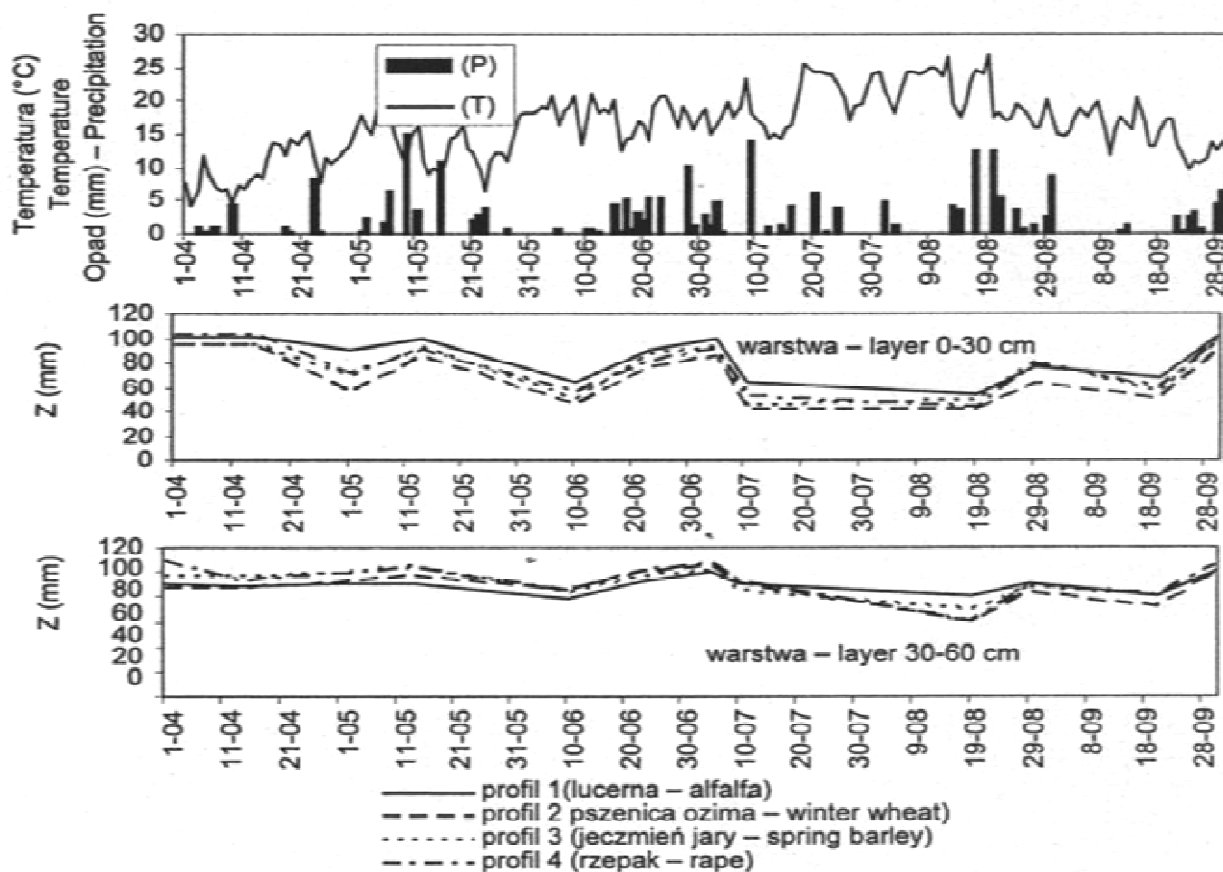
Nr profilu, uprawiana roślina Profile No, cultivated plant	Warstwa Layer (cm)	Skład granulo- metryczny wg PN-R- 04033 Texture acc. to PN-R- 04033	Gęstość objęto- ściowa Bulk density (Mg·m ⁻³)	Gęstość fazy stałej Specific gravity (Mg·m ⁻³)	Materia orga- niczna Organic matter (%)	ΔR_{WLD} (m ³ ·m ⁻³)		Współczynnik infiltracji ustalonej i współczynnik perkolacji Vertical percolation (m·s ⁻¹)	
						0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm
1. Lucerna Alfalfa	0-30	gs	1,84	2,68	0,76	45	48	1,4·10 ⁻⁵	0,011·10 ⁻⁵
	30-60	gs	1,98	2,67	0,52				
	60-100	gl	1,99	2,66	0,64				
	100-150	gs	2,01	2,67	0,62				
2. Pszemica ozima Winter wheat	0-30	gp	1,70	2,67	0,31	36	42	5,4·10 ⁻⁵	0,014·10 ⁻⁵
	30-60	gl	1,93	2,68	0,29				
	60-100	gl	1,95	2,68	0,41				
	100-150	gs	1,98	2,68	0,30				
3. Jęczmień jary Barley spring	0-30	gl	1,71	2,68	0,31	39	30	3,7·10 ⁻⁵	0,076·10 ⁻⁵
	30-60	pg	1,86	2,67	0,29				
	60-100	gp	1,95	2,67	0,41				
	100-150	gp	1,99	2,67	0,35				
4. Rzepak Rape	0-30	g	1,80	2,67	0,59	40	42	2,1·10 ⁻⁵	0,016·10 ⁻⁵
	30-60	g	1,91	2,67	0,53				
	60-100	g	1,94	2,68	0,51				
	100-150	gp	1,98	2,67	0,49				

* $\Delta R_{WLD} = \Delta R_u = 2/3(R_{ppw} - R_{wtw})$ – użyteczna rezerwa retencji odpowiadająca wodzie łatwo dostępnej dla roślin.

* $\Delta R_{WLD} = \Delta R_u = 2/3(R_{ppw} - R_{wtw})$ – useful retention reserve equal to water easily accessible for plants.

W średnio suchym okresie wegetacyjnym 2004 roku, w którym suma opadów była mniejsza od średniej z wielolecia aż o 121 mm, a średnia temperatura powietrza wyższa od średniej z wielolecia o 0,5°C, zmiany uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów pogórnicznych uzależnione były przede wszystkim od przebiegu warunków meteorologicznych, a w szczególności od rozkładu i wysokości opadów atmosferycznych. W obu analizowanych warstwach na początku okresu wegetacji uwilgotnienie gruntów pogórnicznych kształtowało się optymalnie i było zbliżone do stanu retencji przy polowej pojemności wodnej. Jednak już w II dekadzie kwietnia, w wyniku niewielkich dobowych sum opadów i występujących okresów bezopadowych oraz wyższych od średnich z wielolecia temperatur powietrza, nastąpiło obniżenie ich uwilgotnienia (ryc. 1). Największy spadek zapasów wody od 35 mm do 43 mm wystąpił w warstwie ornej (0-30 cm) w profilach, reprezentatywnych dla powierzchni z uprawą pszenicy ozimej (profil nr 2) i jęczmienia jarego (profil nr 3), zbudowanych w tej warstwie odpowiednio z gliny

piaszczystej i gliny lekkiej. W wyniku niższej w tym miesiącu o 17 mm sumy opadów oraz wyższej o 1,1°C średniej temperatury powietrza, od średnich z wielolecia, we wszystkich analizowanych profilach nastąpiło również obniżenie uwilgotnienia gruntów pogórnicznych w warstwie podornej, równoważne opadowi w wysokości 10 mm.



Ryc. 1. Zmiany zasobów wody (Z) w warstwie 0-30 cm i 30-60 cm badanych profili gruntów pogórnicznych na tle dobowych sum opadów (P) i średnich dobowych temperatur powietrza (T) w okresie wegetacji 2004

Fig. 1. Changes of water storage (Z) in 0-30 cm and 30-60 cm layer of investigated postmining grounds profiles in the background of daily precipitation sums and air mean daily temperatures (T) during vegetation period of 2004

W maju, w wyniku większych dobowych sum opadów i niższej o 0,9°C od średniej z wielolecia temperaturze powietrza, nastąpił wzrost uwilgotnienia w analizowanych profilach. Pod koniec tego miesiąca, jak również w pierwszej dekadzie czerwca odnotowano kolejne mniejsze uwilgotnienie, spowodowane brakiem opadów w tym okresie oraz wzrostem średniej dobowej temperatury powietrza. Efektem tego był spadek zasobów wody w warstwie ornej, w której uwilgotnienie osiągnęło w pierwszej dekadzie czerwca poziom 20 mm (profil nr 1) i 26 mm (profil nr 2). Wielkości te są porównywalne z dekadowymi potrzebami wodnymi pszenicy ozimej, określonymi przez Dzieżyca i in. (1987), które dla każdej dekady czerwca wynoszą 24 mm. Spadek uwilgotnienia w tym czasie pokrył się także z okresem wzmożonych potrzeb wodnych jęczmienia jarego, który trwa do fazy kłoszenia (1 i 2 dekada czerwca) i uważany jest za okres

krytyczny w jego gospodarce wodnej. W drugiej i trzeciej dekadzie czerwca nastąpił wzrost uwilgotnienia, spowodowany większymi opadami dobowych w tym okresie.

Następny spadek zapasów wody, średnio o 25 mm w warstwie 0-30 cm badanych profili, rozpoczął się w pierwszej dekadzie lipca i trwał do drugiej dekady sierpnia. Związany był z kolejną, niższą o 60 mm od średniej z wielolecia, sumą opadów i wyższą o 1,3°C średnią miesięczną temperaturą powietrza. Najmniejsze zapasy wody w tej warstwie wystąpiły pod uprawą pszenicy ozimej i jęczmienia jarego, wynosiły odpowiednio 37 mm w okresie 12 dni i 41 mm w okresie 9 dni. Natomiast w pozostałych uprawach niedobory były mniejsze i trwały od 4 (lucerna) do 9 dni (rzepak).

Powstała w wyniku wieloletnich zabiegów agrotechnicznych w warstwie podornej gruntu pogórniczego tzw. „podeszwa płuzna”, ograniczająca zasilanie w wody opadowe spowodowała, że niedobory wody w tej warstwie były większe i długotrwałe. Najdłużej, bo 22 dni trwające niedobory wody w ilości 18 mm pojawiły się w profilu nr 2, a więc pod uprawą pszenicy ozimej. Natomiast najmniejsze niedobory wody na poziomie 7 mm, trwające 12 dni, wystąpiły w profilu nr 1 (lucerna). Można tłumaczyć to tym, że lucerna ma głęboki palowy system korzeniowy, który sięga do głębokości 2-3 m, w związku z czym może pobierać większe ilości wody z głębszych warstw gruntów pogórnicznych i przez to jest bardziej odporna na dłuższe okresy posuchy. Ponadto, jak stwierdzają Dzieżyc i in. (1987), największe zapotrzebowanie lucerny na opady przypada na okres od drugiej dekady czerwca do drugiej dekady lipca, a w tym okresie w 2004 roku zapasy wody kształtowały się na optymalnym poziomie. W trzeciej dekadzie sierpnia, w skutek pojawienia się większych dobowych sum opadów nastąpił wzrost zapasów wody. Ponowny spadek uwilgotnienia, szczególnie widoczny w warstwie 0-30 cm, pojawił się pod koniec drugiej dekady września i był on spowodowany brakiem opadów oraz wyższą od średniej z wielolecia (o 0,8°C) temperaturą powietrza. W końcowym okresie wegetacji 2004 roku zapasy wody systematycznie wzrastały, osiągając stan wilgotności odpowiadający połowej pojemności wodnej.

Wnioski

1. Przeprowadzone badania terenowe infiltracji i perkolacji wykazały różnice w przepuszczalności wierzchnich warstw analizowanych profili gruntów pogórnicznych. Współczynnik infiltracji ustalonej w warstwie ornej wynosił średnio $3,7 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, natomiast współczynnik perkolacji w warstwie podornej kształtował się średnio na poziomie $0,029 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

2. Szczegółowa analiza wilgotności wierzchnich warstw gruntów pogórnicznych wykazała, że zmienność ich uwilgotnienia zależy przede wszystkim od przebiegu warunków meteorologicznych, a więc wielkości i rozkładu opadów atmosferycznych. Dużą rolę w tym procesie, szczególnie w okresie wegetacyjnym, odgrywał rodzaj uprawianych roślin. Stwierdzono, że największy spadek zapasów wody, na poziomie 35 mm i 43 mm, wystąpił w gruntach, na których była uprawiana odpowiednio pszenica ozima i jęczmień jary.

3. Niekorzystny rozkład opadów w okresie wegetacyjnym 2004 roku, powodujący pojawienie się okresowych niedoborów wody, na ogół zbiegał się z okresami wzmożonego zapotrzebowania na wodę uprawianych roślin. Największe, na poziomie 18 mm opadu i najdłużej, bo 22 dni trwające niedobory wody wystąpiły pod uprawą pszenicy ozimej.

Literatura

- Dzięzyk J., Nowak L., Panek L.** (1987): Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 314: 39-45.
- Gilewska M., Otremba K.** (2002): Zmienność przestrzenna wybranych właściwości gruntów pogórnich. *Rocz. AR Pozn.* 342, 23: 83-93.
- Gumiński R.** (1948): Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. *Przeł. Meteorol. Hydrol.* 1: 7-20.
- Kowalik S.** (1993): Problemy rekultywacji rolniczej realizowanej przez rolników indywidualnych na terenach pogórnich KWB „Adamów”. *Zesz. Nauk. AG-H Krak. Sozol. Sozotech.* 37, 1496: 135-144.
- Mocek A., Drzymała S., Maszner P.** (2000): Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR, Poznań.
- Mocek A., Owczarzak W., Kaczmarek Z.** (2002): Zmiany zalegania wód gruntowych w glebach otaczających wyrobisko węgla brunatnego „Koźmin”. *Rocz. AR Pozn.* 342, 23: 331-342.
- Owczarzak W., Mocek A.** (2004): Wpływ opadów atmosferycznych na gospodarkę wodną gleb antropogenicznych przyległych do odkrywek kopalni węgla brunatnego. *Zesz. Nauk. Uniw. Zielonogór.* 131: 276-286.
- Owczarzak W., Mocek A., Rząsa S.** (1998): Zdolności retencyjne gleb płowych przyległych do odkrywek węgla brunatnego KWB Konin. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.* 455: 49-55.
- Polska Norma PN-R-04033 (1998). Gleby i utwory mineralne-podział na frakcje i grupy granulometryczne. Wyd. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- Rząsa S., Owczarzak W., Mocek A.** (1999): Problemy odwodnieniowej degradacji gleb uprawnych w rejonach kopalnictwa odkrywkowego na Niżu Środkowopolskim. Wyd. AR, Poznań.
- Smedema L., Rycroft D.** (1983): Land drainage: planning and desing of agricultural drainge systems. Basford Academic and Educational Ltd, London.
- Szafrański Cz., Stachowski P.** (1997): Zmiany zapasów wody w wierzchnich warstwach rekultywowanych rolniczo gruntów pogórnich. *Rocz. AR Pozn.* 294, 19, cz. 2: 211-221.
- Zajac K.** (1994): Zarys metod statystycznych. PWE, Warszawa.

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS AND CULTIVATED PLANTS
ON WATER MOTION AND MOISTURE CHANGEABILITY
IN POSTMINING GROUNDS

S u m m a r y

The paper presents the results of field research and observations carried out in four experimental areas located at inner waste heap of the “Kazimierz Północ” open pit situated in the Kujawskie Lakeland (52°20' N, 18°05'E). The research results indicate that the dynamics of moisture content in the upper layers of postmining grounds depends mainly on the weather conditions. It states that the largest dynamics of water reserve change occurred in the upper layers of arable soil in postmining grounds. The undesirable moisture conditions in 2004 caused periodic water deficiency, which coincided with an intensified water demand for plants of postmining grounds. The longest lasting water deficiency (up to 22 days) occurred in the profile typical with alfalfa crop and was an average of 18 mm.