

ROCZNIKI
AKADEMII ROLNICZEJ
W POZNANIU
CCCLVII



MELIORACJE
I INŻYNIERIA
ŚRODOWISKA

POZNAŃ 2004

25

PIOTR STACHOWSKI

ZMIENNOŚĆ ZASOBÓW WODNYCH REKULTYWOWANYCH GRUNTÓW 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 under agricultural land reclamation depends mainly on weather conditions. The most undesirable moisture conditions were observed in the dry half years of 2003, when moisture content decreased below water easily accessible for plant. The longest lasting deficiency of water (up to 129 days) occurred in the profile with the crop of alfalfa.

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

Wstęp

Odkrywkowa eksploatacja węgla brunatnego powoduje, że miejsce gleb, najczęściej niskich klas bonitacyjnych, zajęły grunty pogórnice powstające w wyniku urabiania, transportowania i zwałowania skał nadkładu, z których utworzono niespotykane dotychczas sztuczne formy reliefu – zwałowiska wewnętrzne, zewnętrzne i wyrobiska. Grunty pogórnice charakteryzuje zmienność losowa determinowana budową litologiczną i technologią robót górniczych (Gilewska i Otremba 2002). Jednak jak twierdzą Zagórski i in. (2000) selektywne zwałowanie materiału nadkładowego umożliwia odtworzenie gleb na terenach zwałowisk wewnętrznych, niekiedy o korzystniejszym składzie granulometrycznym niż w pokrywie glebowej spotykanej w przeszłości. Sprzyja temu wprowadzenie przez Kopalnię „Konin” podsięypnego i częściowo kierowanego systemu zwałowania nadkładu, co znacznie ograniczyło zakres prac ziemnych na etapie rekultywacji technicznej, a ponadto przyczyniło się do większej jednorodności utworów budujących górne piętro zwałowisk (Kowalik 1993). Społeczne zapotrzebowanie wymusza stosowanie rolniczego kierunku rekultywacji na terenach Konińsko-Tureckiego Zagłębia Węgla Brunatnego. Efektywność stosowanych zabiegów rekultywacji rolniczej można zwiększyć przez właściwe rozpoznanie gospodarki wodnej terenów pogór-

nicznych. W glebach tych terenów jedynymi czynnikami warunkującymi uwilgotnienie wierzchnich warstw gruntów pogórnicych są zapasy wody pozimowej oraz opady atmosferyczne w okresie wegetacji, a głębokość zalegania wód gruntowych nie ma praktycznego znaczenia dla roślin (Kaczmarek i in. 2000, Szafrąński i Stachowski 2000).

Celem pracy była ocena zmienności zasobów wodnych gruntów pogórnicych tworzących wierzchnią warstwę zwałowiska wewnętrznego odkrywki „Kazimierz Północ”, na którym od 1998 roku prowadzona jest rekultywacja rolnicza.

Material i metody

W pracy wykorzystano wyniki badań i obserwacji terenowych prowadzonych na czterech powierzchniach doświadczalnych, o wielkości 0,32 ha każda, zlokalizowanych na zwałowisku wewnętrznym odkrywki „Kazimierz Północ”, położonej na Pojezierzu Kujawskim (szerokość 52°20'N, długość 18°05'E). Zwałowisko, na którym prowadzono badania, jest zrównane z rzędnymi otaczającego terenu i zalicza się do typu zwałowisk o wierzchowinie dostosowanej do poziomu terenów przyległych. Po zakończeniu w 1998 roku rekultywacji technicznej na badanych powierzchniach uprawia się lucernę, pszenicę ozimą, jęczmień jary i rzepak. Szczegółowe badania terenowe obejmowały wykonanie wierceń i odkrywek glebowych w trzech transektach, przecinających wytypowane powierzchnie ze wschodu na zachód. Na podstawie wykonanych w każdym transekcie 27 wierceń (łącznie około 80), do głębokości 3 m, na każdej powierzchni wyznaczono zasięgi gruntów o podobnej budowie profilu. Wytypowane profile, na podstawie selekcji celowej, są reprezentatywne w 70-80% dla analizowanych powierzchni doświadczalnych (Zajac 1994). Właściwości fizyczne i chemiczne badanych profili oznaczono w laboratorium Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska AR w Poznaniu ogólnie znanymi metodami:

- skład granulometryczny badanych profili oznaczono metodą aerometryczną Casagrande'a, w modyfikacji Prószyńskiego (Drzymala i in. 1985), z podziałem materiału glebowego na grupy granulometryczne według PN-R-04033 (1998),
- gęstość objętościową określono na podstawie, pobranych w czterech powtórzeniach z każdego poziomu, próbek objętościowych o nienaruszonej strukturze, cylindrami o pojemności $V = 100 \text{ cm}^3$,
- gęstość stałej fazy gleby (właściwą) oznaczono piknometrem,
- porowatość (pełną pojemność wodną) obliczono na podstawie gęstości właściwej i objętościowej,
- zawartość materii organicznej określono metodą pośrednią Tiurina.

Podstawowe właściwości wodne określono z otrzymanych krzywych (pF) wodnej retencyjności. Na ich podstawie ustalono: ilość wody ogólnie dostępnej dla roślin (WOD), którą obliczono z różnicy pomiędzy zawartością wody odpowiadającą połowej pojemności wodnej (pF = 2,0) a wilgotnością trwałego wędnięcia (pF = 4,2); ilość wody łatwo dostępnej dla roślin (WŁD) obliczono jako 2/3 tej różnicy; wodę trudno dostępną (WTD) dla roślin określono jako 1/3 tej różnicy (Smedema i Rycroft 1983). W każdym reprezentatywnym profilu wykonano pomiary infiltracji wierzchnich i perkolacji głębszych warstw gruntów, w czterech powtórzeniach, metodą podwójnych

pierścieni (Drzymala i in. 1985). Przebieg warunków meteorologicznych przeanalizowano na podstawie codziennych pomiarów opadów atmosferycznych we własnym posterunku opadowym oraz wyników codziennych pomiarów temperatur powietrza ze stacji meteorologicznej KWB „Konin” w Kleczewie.

W pracy poddano analizie zmienność zasobów wodnych wierzchniej warstwy gruntów pogórnich w latach hydrologicznych od 2001/2002 do 2002/2003.

Wyniki

Wyniki szczegółowych badań gleboznawczych wierzchniej warstwy zwałowiska wewnętrznego odkrywki „Kazimierz Północ” potwierdziły, że dominującym utworem budującym wierzchnią warstwę zwałowiska są utwory spójne zbliżone uziarnieniem do glin lekkich i średnich. Szczegółowe pomiary geodezyjne wykazały, że na etapie rekultywacji technicznej powierzchnia zwałowiska została ukształtowana właściwie. Względne wysokości wzniesień w badanym transekcie wynoszą 0,5 m na 10 m długości. Zgodnie z Ustawą o ochronie gruntów rolnych i leśnych (1995), przy stopniu deniwelacji do 0,7 m na 10 m długości, dopuszczalne jest przeznaczenie takiej powierzchni pogórnich pod użytkowanie rolnicze.

Wierzchnie warstwy badanych profili gruntowych zbudowane są najczęściej z glin (tab. 1). W jednowarstwowej warstwie profilu, typowego dla powierzchni nr 1, przeważają gliny lekkie i średnie. W profilu nr 2 występuje w warstwie do 30 cm glina piaszczysta, przechodząca w glinę lekką. Profil typowy dla powierzchni nr 3 jest zbudowany z gliny lekkiej z wkładką gliny piaszczystej. W wierzchniej warstwie (0-60 cm) profilu nr 4 występuje glina lekka, która przechodzi w glinę piaszczystą. Gęstość fazy stałej gruntu badanych profili nie wskazuje istotnych zmian i osiąga w warstwie 0-60 cm średnią wartość $2,67 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Natomiast większe zróżnicowanie występuje w gęstości objętościowej analizowanych profili. W warstwie 0-60 cm średnia wartość gęstości objętościowej waha się od 1,86 (profil nr 3) do 1,90 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (profil nr 2). Głębsze warstwy (60-150 cm) wykazują większe zagęszczenie, które osiąga średnią wartość $1,92 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Związane to jest z mniejszą zawartością materii organicznej i słabszą penetracją korzeni uprawianych roślin. Na badanych powierzchniach doświadczalnych istnieje zróżnicowanie w zawartości materii organicznej. Najmniejszą zawartością materii organicznej, w warstwie 0-60 cm, charakteryzuje się profil typowy dla powierzchni nr 1 oraz nr 3 i wynosi średnio 0,30%. Natomiast w dwóch pozostałych profilach (nr 2 i nr 4) zawartość materii organicznej jest dwukrotnie większa i wynosi średnio 0,60%. Małe zróżnicowanie w budowie badanych profili wpłynęło na niewielkie różnice we właściwościach wodnych analizowanych profili gruntów pogórnich. Stan retencji odpowiadający polowej pojemności wodnej (R_{PPW}) w warstwie 0-50 cm wynosił średnio 127 mm, natomiast potencjalna rezerwa retencji (ΔR_p) osiągała średnio 68 mm. Przeprowadzone badania terenowe wykazały różnice w przepuszczalności wierzchnich warstw analizowanych profili gruntów pogórnich. W wierzchnich warstwach (0-30 cm), zbudowanych z glin piaszczystych i glin lekkich, współczynnik infiltracji ustalonej wynosił średnio $2,9\cdot 10^{-5} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Natomiast infiltracja ustalona w warstwie 30-60 cm była kilkakrotnie mniejsza i wynosiła średnio $0,06\cdot 10^{-5} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Tabela 1

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

Numer profilu Uprawa Profile number Land use	Warstwa Layer (cm)	Skład granu- lometryczny Texture PN-R- 04033	Gęstość objęto- ściowa Bulk density (Mg·m ⁻³)	Gęstość fazy stałej Specific gravity (Mg·m ⁻³)	Materia organiczna Organic mater (%)	R _{ppw} [*] (m ³ ·m ⁻³)	ΔR _{wld} ^{**} (m ³ ·m ⁻³)	Współczynnik infiltracji ustalonej i współczynnik perkolacji Vertical percolation (m·s ⁻¹)	
								0-50 cm	0-30 cm
1. lucerna lucerne	0-30	gl	1,89	2,68	0,31	130	72	2,4·10 ⁻⁵	0,02·10 ⁻⁵
	30-60	gl	1,91	2,67	0,29				
	60-100	gs	1,96	2,66	0,41				
	100-150	gs	1,98	2,67	0,30				
2. pszenica ozima winter wheat	0-30	gp	1,87	2,67	0,76	133	70	3,4·10 ⁻⁵	0,04·10 ⁻⁵
	30-60	gl	1,93	2,68	0,52				
	60-100	gl	1,95	2,68	0,64				
	100-150	gs	1,98	2,68	0,62				
3. jęczmień jary barley spring	0-30	gl	1,87	2,68	0,31	130	69	3,0·10 ⁻⁵	0,13·10 ⁻⁵
	30-60	gp	1,85	2,67	0,29				
	60-100	gl	1,88	2,67	0,41				
	100-150	gs	1,88	2,67	0,35				
4. rzepak rape	0-30	gl	1,87	2,67	0,59	116	59	2,6·10 ⁻⁵	0,03·10 ⁻⁵
	30-60	gl	1,89	2,67	0,53				
	60-100	gp	1,86	2,68	0,51				
	100-150	gl	1,89	2,67	0,49				

*R_{ppw} = θ · z – stan retencji przy połowej pojemności wodnej.

**ΔR_{wld} = ΔRp = 2/3 (R_{ppw} – R_{wtw}) – potencjalna rezerwa retencji, odpowiadająca wodzie łatwo dostępnej dla roślin.

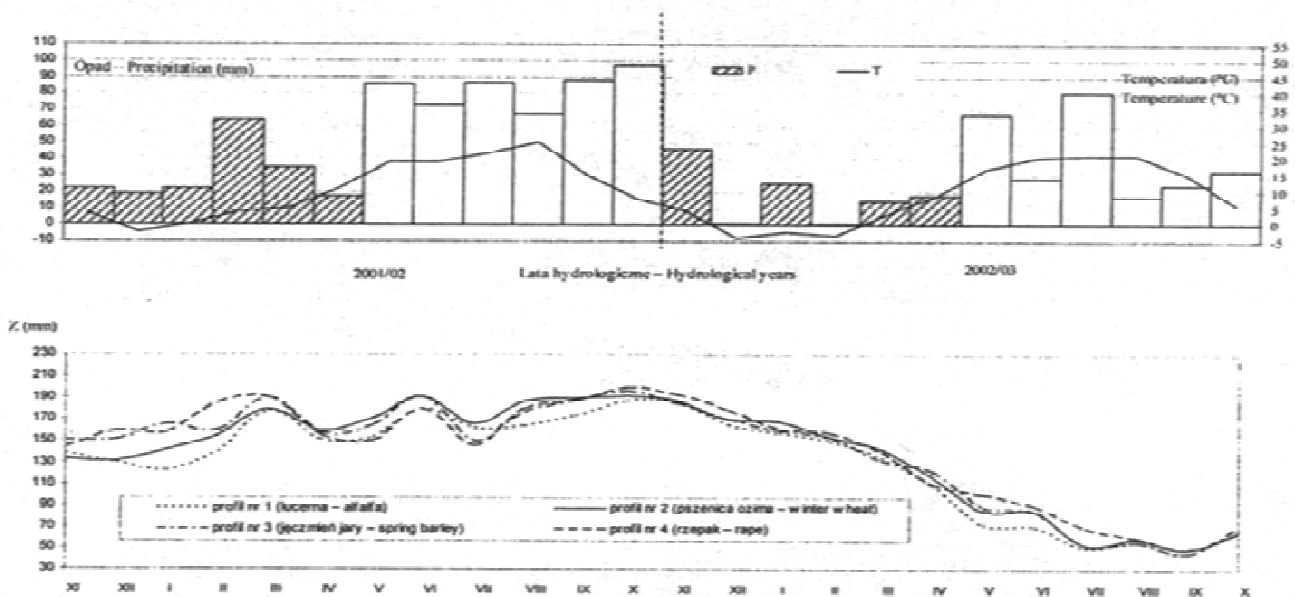
*R_{ppw} = θ · z – water storage at field capacity.

**ΔR_{wld} = ΔRp = 2/3 (R_{ppw} – R_{wtw}) – water storage at water easily accessible for plants.

W latach hydrologicznych od 2001/2002 do 2002/2003 uwilgotnienie wierzchnich warstw gruntów pogórnicznych było uzależnione od przebiegu warunków meteorologicznych. Na początku półrocza zimowego (XI-IV) roku hydrologicznego 2001/2002, zaliczanego pod względem sumy opadów do średniego, uwilgotnienie w analizowanych profilach było zbliżone (profil nr 2) i większe od 9 mm (profil nr 1) do 34 mm (profil nr 3) od stanu retencji przy połowej pojemności wodnej (PPW). Było to związane z wyższą o 88 mm od średniej z wielolecia sumą opadów w półroczu letnim poprzedniego roku hydrologicznego, jak również wyższą o 85 mm sumą opadów pod koniec tego półrocza (w październiku) od średniej z wielolecia, przy niższej w tym miesiącu o 1,5°C średniej temperaturze powietrza.

W kolejnych miesiącach półrocza zimowego, w których sumy opadów były zbliżone do średnich z wielolecia, w temperaturach powietrza niższych niż średnie w warstwie

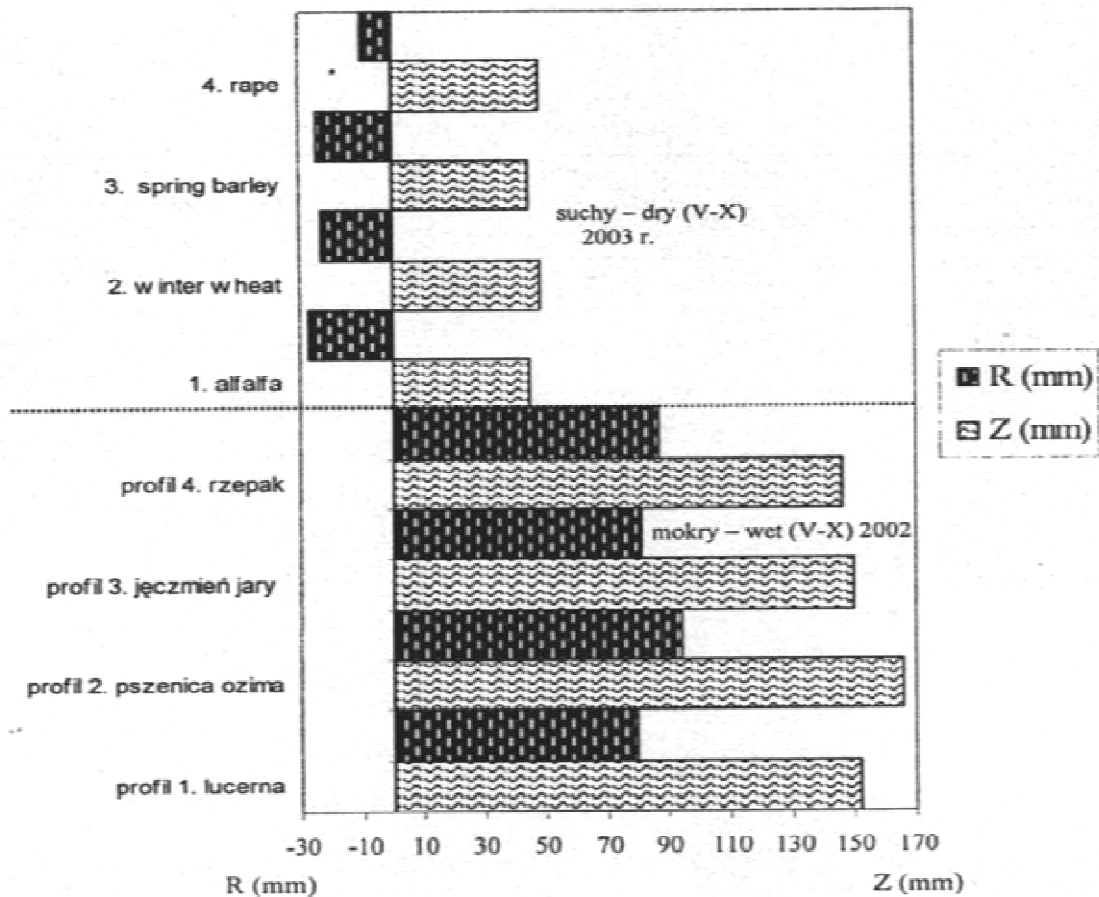
0-50 cm następował dalszy wzrost zasobów wody w badanych profilach. Największe zapasy wody wystąpiły w tym okresie w marcu i były większe o 47 mm (profil nr 2) i o 74 mm (profil nr 4) od zasobów wody odpowiadających stanowi retencji przy PPW (ryc. 1). Wzrost uwilgotnienia wynikał z wyższej o 40 mm, od średniej z wielolecia, sumy opadów w lutym. W ostatnich miesiącach półrocza zimowego – kiedy sumy opadów zbliżały się do średnich z wielolecia, a temperatury powietrza były wyższe od średnich z wielolecia od 1,8°C (marzec) do 2,7°C (kwiecień) – nastąpiło obniżenie uwilgotnienia w badanych profilach gruntów pogórnicych. Pod koniec tego okresu zapasy wody były wyższe od 8 mm (profil nr 3) do 26 mm (profil nr 2) od zasobów wody na początku tego okresu.



Ryc. 1. Zmiany zasobów wody (Z) w warstwie 0-50 cm badanych profili gruntów pogórnicych na tle miesięcznych opadów (P) i temperatur powietrza (T)

Fig. 1. Changes of water contents (Z) in layer 0-50 cm of investigated grounds of postmining profiles, against a background of monthly precipitation (P) and air temperature (T)

Na początku półrocza letniego (V-X) 2002 roku – zaliczanego do mokrego, z sumą opadów (497 mm) wyższą o 175 mm od średniej z wielolecia – nastąpił ponowny wzrost uwilgotnienia gruntów pogórnicych. Spowodowany został sumą opadów wyższą w maju o 36 mm od średniej z wielolecia. W okresie od czerwca do lipca 2002 roku nastąpiło zmniejszenie uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów pogórnicych, wynikające z temperatur powietrza wyższych o 2,9°C (czerwiec) i 3,9°C (lipiec) od średniej z wielolecia oraz opadów zbliżonych do średnich. Pomimo spadku uwilgotnienia, najmniejsze zapasy wody w tym okresie kształtowały się od 150 mm (profil nr 3) do 166 mm (profil nr 2) i przekraczały stan retencji przy PPW od 20 mm (profil nr 3) do 33 mm w profilu nr 2 (ryc. 2). Sumy opadów wyższe od średnich z wielolecia w sierpniu (o 13 mm) i październiku (o 62 mm) spowodowały, że ponownie wzrosło uwilgotnienie badanych gruntów w ostatnich miesiącach półrocza letniego 2002 roku. Największe zapasy wody w tym okresie wystąpiły w październiku i kształtowały się od 187 mm (profil nr 1) do 200 mm (profil nr 4), przekraczając stan retencji przy PPW odpowiednio o 57 mm i 84 mm.

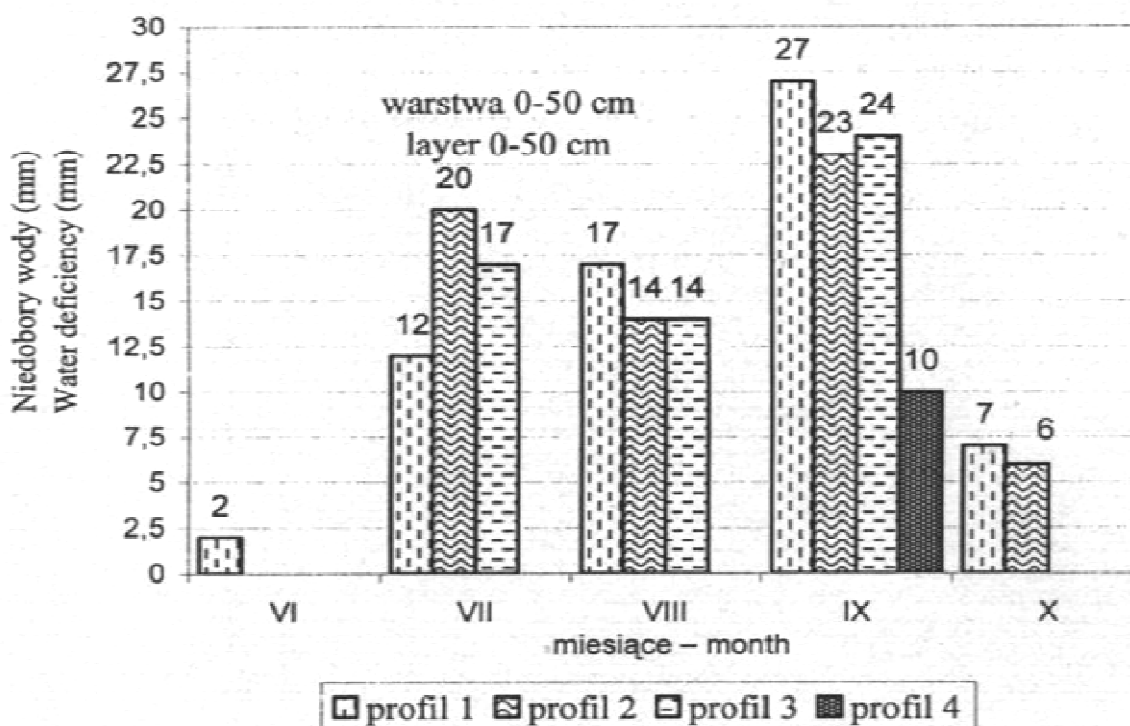


Ryc. 2. Minimalne zapasy wody (Z) w warstwie 0-50 cm i różnice (R) pomiędzy nimi a stanami retencji odpowiadającej ilości wody łatwo dostępnej dla roślin w półroczach letnich (V-X) 2002 i 2003 roku w profilach gruntów pogórnicych
 Fig. 2. Minimum water retention (Z) in layer 0-50 cm and differences (R) between them and water storage easily accessible for plants in the half years (V-X) 2002 and 2003 of postmining ground profiles

Odmienny przebieg warunków meteorologicznych zaobserwowano w półroczu zimowym (XI-IV) roku hydrologicznego 2002/2003, w którym suma opadów była niższa o 76 mm od średniej z wielolecia. Największe zapasy wody wystąpiły na początku tego okresu i były związane z wyższą od średniej z wielolecia sumą opadów pod koniec półrocza letniego poprzedniego roku hydrologicznego. Spadek uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów pogórnicych rozpoczął się w grudniu 2002 roku i wiązał się z niższą o 34 mm od średniej z wielolecia sumą opadów w tym miesiącu. W następnych miesiącach półrocza dalszy spadek uwilgotnienia wynikał z braku opadów (w lutym) oraz niższych od średniej z wielolecia sum opadów w marcu (o 16 mm) i kwietniu (o 12 mm). Pod koniec półrocza zimowego zapasy wody były niższe od 63 mm (w profilu nr 3) do 82 mm (profil nr 4) niż zapasy wody na początku tego okresu.

Największe wyczerpanie wilgoci w wierzchnich warstwach analizowanych gruntów pogórnicych wystąpiło w suchym półroczu letnim 2003 roku, w którym suma opadów była niższa o 72 mm od średniej z wielolecia, przy temperaturze powietrza wyższej o 2,0°C od średniej dla tego okresu. Już na początku tego półrocza zapasy wody zbliżyły się do granicy wilgotności odpowiadającej wodzie łatwo dostępnej dla roślin (WLD).

Zmniejszenie uwilgotnienia wynikało z dużego zapotrzebowania na wodę roślin uprawianych na badanych powierzchniach oraz większego parowania terenowego, związanego z wyższą o $3,3^{\circ}\text{C}$ (w maju) średnią miesięczną temperaturą powietrza. Dalszy spadek uwilgotnienia nastąpił w czerwcu i był związany z sumą opadów niższą w tym miesiącu o 27 mm od średniej z wielolecia oraz temperaturą powietrza wyższą od średniej o $4,4^{\circ}\text{C}$. W profilu nr 1, pod uprawą lucerny, pojawiły się niewielkie niedobory wody (ryc. 3). W następnych miesiącach półrocza letniego 2003 roku w pozostałych analizowanych profilach rozpoczął się okres niedoborów wody. Jego przyczyną były niższe od średnich z wielolecia miesięczne sumy opadów w sierpniu (o 38 mm) i wrześniu (o 25 mm) oraz temperatury powietrza wyższe od średniej o $2,7^{\circ}\text{C}$ (sierpień) i o $1,7^{\circ}\text{C}$ (wrzesień). Najmniejsze zapasy wody we wszystkich badanych profilach wystąpiły w I dekadzie września 2003 roku. Kształtowały się od 45 mm (profil nr 1) do 49 mm (profil nr 4) i były niższe od wilgotności odpowiadającej wodzie łatwo dostępnej dla roślin (WŁD) o 27 mm (profil nr 1) i 10 mm (profil nr 4; ryc. 2). Najdłużej trwające niedobory wody (do 129 dni) pojawiły się w profilu nr 1 i wynosiły od 2 mm (w czerwcu) do 27 mm (wrzesień; ryc. 3). W profilu nr 2 (pszenica ozima) i nr 3 (jęczmień jary) wielkość niedoborów wody w półroczu letnim 2003 roku wahała się od 14 mm w lipcu do 24 mm w wrześniu. W ostatnim z analizowanych profili – nr 4 (rzepak) niedobory wody były najmniejsze. Wynosiły średnio 10 mm i trwały najkrócej (15 dni).



Ryc. 3. Wielkości niedoborów wody w półroczu letnim (V-X) 2003 roku w badanych profilach gruntów pogórnicych

Fig. 3. Water deficiency in half year (V-X) of 2003 of investigated postmining ground profiles

Wnioski

1. Wyniki badań i obserwacji terenowych prowadzonych na czterech powierzchniach doświadczalnych wykazały, że uwilgotnienie wierzchnich warstw gruntów pogórnicych było na nich uzależnione przede wszystkim od przebiegu warunków meteorologicznych.

2. Największe zapasy wody w analizowanych profilach gruntów pogórnicych, osiągające wartości większe od połowej pojemności wodnej, wystąpiły w półroczach zimowych oraz latem w okresach o zwiększonej sumie opadów.

3. Najbardziej niekorzystnie kształtowało się uwilgotnienie gruntów pogórnicych w półroczu letnim 2003 roku, suchym pod względem sumy opadów, w którym zapasy wody obniżyły się poniżej dopuszczalnego minimum, wywołując silne zahamowanie wzrostu roślin. Do dyspozycji roślin pozostała jedynie woda trudno dostępna. Najdłużej trwające niedobory wody, do 129 dni, wystąpiły w profilu nr 1 (lucerna).

Literatura

- Drzymala S., Maszner P., Michalek K., Mocek A.** (1985): Analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR, Poznań: 30-44, 79-83, 145-148.
- Gilewska M., Otremba K.** (2002): Zmienność przestrzenna wybranych właściwości gruntów pogórnicych. Roczn. AR Pozn. 342, Melior. Inż. Środ. 23: 83-93.
- Kaczmarek Z., Owczarzak W., Mocek A.** (2000): Właściwości fizyczne i wodne gleb płowych i czarnych ziem położonych w bezpośrednim sąsiedztwie odkrywki „Kazimierz” KWB „Konin”. Roczn. AR Pozn. 317, Roln. 56: 265-276.
- Kowalik S.** (1993): Problemy rekultywacji rolniczej realizowanej przez rolników indywidualnych na terenach pogórnicych KWB „Adamów”. Zesz. Nauk. AGH Krak. 1496, Sozol. Sozotech. 37: 135-144.
- PN-R-04033** (1998). Gleby i utwory mineralne-podział na frakcje i grupy granulometryczne. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- Smedema L., Rycroft D.** (1983): Land drainage: planning and design of agricultural drainage systems. Basford Academic and Educational, London: 29-34.
- Szafrański Cz., Stachowski P.** (2000): Dynamika zmian uwilgotnienia wierzchnich warstw gleb wytworzonych z gruntów pogórnicych. Roczn. AR Pozn. 317, Roln. 56: 367-375.
- Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych. (1995). Dz. U. nr 16, poz. 78 z późn. zm.
- Zagórski Z., Owczarzak W., Mocek A.** (2000): Mineralogiczna charakterystyka skał glebotwórczych dominujących jednostek glebowych w rejonie odkrywek KWB Konin. Roczn. AR Pozn. 317, Roln. 56: 241-250.
- Zajac K.** (1994): Zarys metod statystycznych. Państw. Wyd. Ekon., Warszawa: 57-60.

**VARIABILITY OF WATER RESOURCES IN POSTMINING GROUNDS
RECOLTIVATION****S u m m a r y**

The paper presents the results of field research and observations carried out in nine experimental areas located at inner waste heap of the "Kazimierz Północ" open pit situated in the Kujawskie Lakeland (52°20'N, 18°05'E). Field research and observations were conducted on experimental plots undergoing agricultural land reclamation with differing agricultural uses. It states a significant influence of precipitation on crop yields. The research results indicate that the dynamics of moisture content in the upper layers of postmining grounds depends mainly on the weather conditions. The most undesirable moisture conditions were observed in the dry half year of 2003, when moisture content decreased below water easily accessible for plants. The longest lasting water deficiency (up to 129 days) occurred in the profile with the crop of alfalfa.