

## **DYNAMIKA ZAPASÓW WODY W ROLNICZO ZREKULTYWOWANYCH GRUNTACH POGÓRNICZYCH**

Piotr Stachowski

Akademia Rolnicza w Poznaniu

**Streszczenie.** W pracy wykorzystano wyniki badań i obserwacji terenowych przeprowadzonych na czterech powierzchniach doświadczalnych zlokalizowanych na wewnętrznym zwałowisku jednej z odkrywek Kopalni Węgla Brunatnego „Konin” na Pojezierzu Kujawskim. Po zakończonej w 1998 r. rekultywacji technicznej grunty pogórnice zostały przez nabywcę poddane rekultywacji biologicznej i są rolniczo zagospodarowywane. Wyniki badań wykazały, że wierzchnie warstwy zrekultywowanych w ten sposób gruntów są mało zróżnicowane pod względem składu granulometrycznego i podstawowych właściwości fizykowodnych, a zmienność ich uwilgotnienia (zapasów wody) w okresie wegetacji zależy głównie od przebiegu warunków meteorologicznych.

**Słowa kluczowe:** grunt pogórnicy, zapasy wody, niedobory wody

### **WSTĘP**

Gospodarcza działalność człowieka, a w szczególności odkrywkowa eksploatacja węgla brunatnego, powoduje daleko idące przekształcenia środowiska przyrodniczego. Na dawnych terenach rolniczych lub leśnych powstają nieużytki pozbawione pokrywy glebowej. W miejsce gleby wprowadzane są grunty pogórnice zbudowane ze zmieszanych w różnych ilościach i proporcjach skał występujących w nadkładzie węgla brunatnego: glin zwałowych szarych i żółtych, piasków czwartorzędowych oraz ilów poznańskich i mułków. Poprzez zabiegi rekultywacyjne włącza się grunty pogórnice do rolniczej bądź leśnej przestrzeni produkcyjnej. Na proces rekultywacji składają się trzy fazy: przygotowawcza, techniczna i biologiczna (rolnicza lub leśna) [Krzaklewski 1988]. W Konińskim Zagłębiu Węgla Brunatnego dominuje rolniczy kierunek rekultywacji, co jest podyktowane głównie zapotrzebowaniem społecznym. Dominacji tego kierunku sprzyja wdrożenie podsiępnego systemu zwałowania nadkładu, pozwalające

osiągnąć większą jednorodność utworów budujących górne piętro zwałowisk [Kowalik 1993].

Celem pracy było określenie wielkości i dynamiki zapasów wody w okresie wegetacji w gruntach pogórnicych na zrehabilitowanym i zagospodarowywanym rolniczo zwałowisku kopalni odkrywkowej węgla brunatnego.

## MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano wyniki badań i obserwacji terenowych prowadzonych na czterech powierzchniach doświadczalnych, każda o wielkości 0,32 ha, zlokalizowanych na wewnętrznym zwałowisku odkrywki „Kazimierz Północ” Kopalni Węgla Brunatnego „Konin” położonej na Pojezierzu Kujawskim (szerokość geograficzna 52°20' N, długość geograficzna 18°05' E). Zwałowisko, na którym prowadzono badania, zostało uformowane hipsometrycznie do poziomu otaczającego terenu. Po zakończonej w 1998 r. 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 powierzchnie doświadczalne ze wschodu na zachód. Opierając się na wykonanych w każdym transekcie 27 wierceniach do głębokości 3 m, wyznaczono zasięgi gruntów o podobnej budowie. Wytypowane na podstawie selekcji celowej [Zajac 1994] cztery profile glebowe są w 70–80% reprezentatywne dla analizowanych powierzchni doświadczalnych.

Właściwości fizyczne, chemiczne i wodne gleb w badanych profilach oznaczono metodami powszechnie znanymi i stosowanymi w gleboznawstwie [PN-R-04033:1998, Mocek i in. 2000]:

- skład granulometryczny – metodą aerometryczną Casagrande’a w modyfikacji Prószyńskiego;
- gęstość objętościową – na podstawie próbek objętościowych o nienaruszonej strukturze, pobranych w czterech powtórzeniach z każdego poziomu genetycznego cylindrami o objętości 100 cm<sup>3</sup>;
- gęstość stałej fazy gleby – metodą piknometryczną;
- zawartość węgla organicznego – metodą Tiurina. Otrzymany wynik przeliczono na zawartość próchnicy (M.O.) według wzoru:  $M.O. = C_{org} \cdot 1,724$ ;
- właściwości wodne – z krzywych sorpcji wody (pF). Na ich podstawie określono ilość wody łatwo dostępnej dla roślin, równą użytecznej rezerwie retencji ( $\Delta R_{wld} = \Delta R_u$ ), jako  $\frac{2}{3}$  wartości różnicy między zawartością wody odpowiadającą połowej pojemności wodnej ( $R_{ppw}$ , pF = 2,0) a wilgotnością trwałego wędnięcia ( $R_{wtw}$ , pF = 4,2) [Smedema i Rycroft 1983].

Wilgotność aktualną gruntu w profilach mierzono sondą profilową z dwutygodniową częstotliwością na głębokości 10, 20, 30, 40, 60 i 100 cm, w trzech powtórzeniach dla każdego poziomu, z dokładnością  $\pm 3\%$ . Zapasy wody w warstwie gruntu obliczano, mnożąc wilgotność aktualną przez miąższość warstwy.

Pomiary infiltracji (w wierzchnich warstwach gruntu) i perkolacji (w warstwach głębszych) wykonano metodą podwójnych pierścieni (ang. *double ring method*) w czterech powtórzeniach [Mocek i in. 2000].

Przebieg warunków meteorologicznych określono na podstawie codziennych pomiarów wysokości opadów atmosferycznych prowadzonych na własnym posterunku opadowym oraz danych dotyczących temperatury powietrza otrzymanych ze stacji meteorologicznej KWB „Konin” w Kleczewie.

Zmienność uwilgotnienia wierzchnich warstw użytkowanych rolniczo gruntów pogórnich szczegółowo zanalizowano na przykładzie dwóch okresów wegetacyjnych różniących się pod względem sumy opadów: mokrego w 2002 r. i suchego w 2004 r.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Szczegółowa analiza uziarnienia wierzchniej warstwy gruntów w trzech transektach na badanych powierzchniach doświadczalnych wykazała jego niewielkie zróżnicowanie w układzie profilowym [Szafrąński i in. 2001]. W 1-metrowej 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, a profil nr 4 (rzepak) w warstwie 0–100 cm wykazuje uziarnienie gliny (tab.). Gęstość stałej fazy gruntów w warstwie 0–60 cm osiągała średnią wartość  $2,67 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , porównywalną z gęstością stałej fazy większości gleb mineralnych [Mocek i in. 2000].

Małe zróżnicowanie budowy morfologicznej badanych gruntów pogórnich znalazło odzwierciedlenie w niewielkim zróżnicowaniu ich właściwości wodnych. Stan retencji odpowiadającej połowej pojemności wodnej ( $R_{ppw}$ ) w warstwie 1-metrowej wynosił średnio 248 mm. Stosowane zabiegi uprawowe, głównie orka, spowodowały powstanie warstwy ornej o zmniejszonej gęstości objętościowej gruntu suchego, wynoszącej średnio  $1,73 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Głębsze warstwy wykazywały większe zagęszczenie, co było spowodowane używaniem ciężkich maszyn przy zabiegach agrotechnicznych oraz naturalną stabilizacją i konsolidacją gruntu pogórnich. Gęstość objętościowa gruntu suchego w warstwie podornej (30–60 cm) kształtowała się w przedziale od 1,68 (profil nr 3) do  $1,88 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$  (profil nr 1), a średnio wynosiła  $1,82 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Gęstość ta była większa od wartości ( $1,8 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) uznawanej za maksymalne zagęszczenie dopuszczalne dla roślin uprawnych [Mocek i in. 2000].

Wskutek zmniejszenia w wyniku zabiegów uprawowych gęstości objętościowej, a tym samym – rozluźnienia warstwy ornej, w znacznym stopniu zwiększyła się jej przepuszczalność wodna. Badania infiltracji wykazały zróżnicowanie przepuszczalności wierzchnich warstw badanych gruntów. W profilu nr 1 zbudowanym przeważnie z gliny średniej, położonym na terenie powierzchni doświadczalnej obsianej lucerną mieszańcową, gdzie stosowano tylko zabiegi pielęgnacyjne (bronowanie, wałowanie), współczynnik infiltracji ustalonej warstwy ornej wynosił  $1,4 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Korzystniejszymi zdolnościami infiltracyjnymi charakteryzowały się poziomy uprawne pozostałych trzech profili gruntów pogórnich, reprezentujących powierzchnie, na których stosowano tradycyjne zabiegi uprawowe: ich współczynniki infiltracji ustalonej kształtowały się w przedziale od  $2,1 \times 10^{-5}$  (profil nr 4) do  $5,4 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (profil nr 2), wynosząc średnio  $3,7 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (tab.). Zabiegi agrotechniczne z użyciem ciężkich maszyn, powodujące wzrost zagęszczenia warstwy podornej, oraz występujące w budowie profili gruntów pogórnich

warstwy mało przepuszczalne (profil nr 1) sprawiły natomiast, że współczynnik perkolacji warstwy 30–60 cm wyniósł średnio tylko  $0,029 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Tabela. Skład granulometryczny i wybrane właściwości fizyczne, chemiczne i wodne gleb w profilach gruntów pogórnicych

Table. Texture groups and some physical, chemical and water properties of soils in profiles of post-mining grounds

Nr profilu, Uprawiana roślina Profile No, Cultivated plant	Warstwa Layer  cm	Skład granu- lome- trycz- ny* Tex- ture group*	Gęstość	Gęstość	Mate- ria orga- niczna Orga- nic matter  %	Polowa		Współczynnik	
			objęto- ściowa	fazy stałej		pojemność wodna		infiltracji	
			Bulk density	Specific gravity		Water field capacity		ustalonej i współczynnik perkolacji	
			$\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$	$\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$		$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$	Vertical percolation ( $\times 10^{-5}$ ) $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$		
						0–50 cm	0–100 cm	0–30 cm	30–60 cm
1  Lucerna Alfalfa	0–30	gs	1,84	2,68	0,76	130	255	1,4	0,011
	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  Pszenica ozima Winter wheat	0–30	gp	1,70	2,67	0,31	125	260	5,4	0,014
	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 Spring barley	0–30	gl	1,71	2,68	0,31	115	235	3,7	0,076
	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	126	241	2,1	0,016
	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				

\* według – according to: PN-R-04033:1998

gs – glina średnia, gl – glina lekka, gp – glina piaszczysta, pg – piasek gliniasty, g – glina  
gs – sandy clay (scl), gl – sandy loam (sl), gp – sandy loam (sl), pg – loamy sand (ls), g – loam (l);  
soil names acc. to USDA 1975

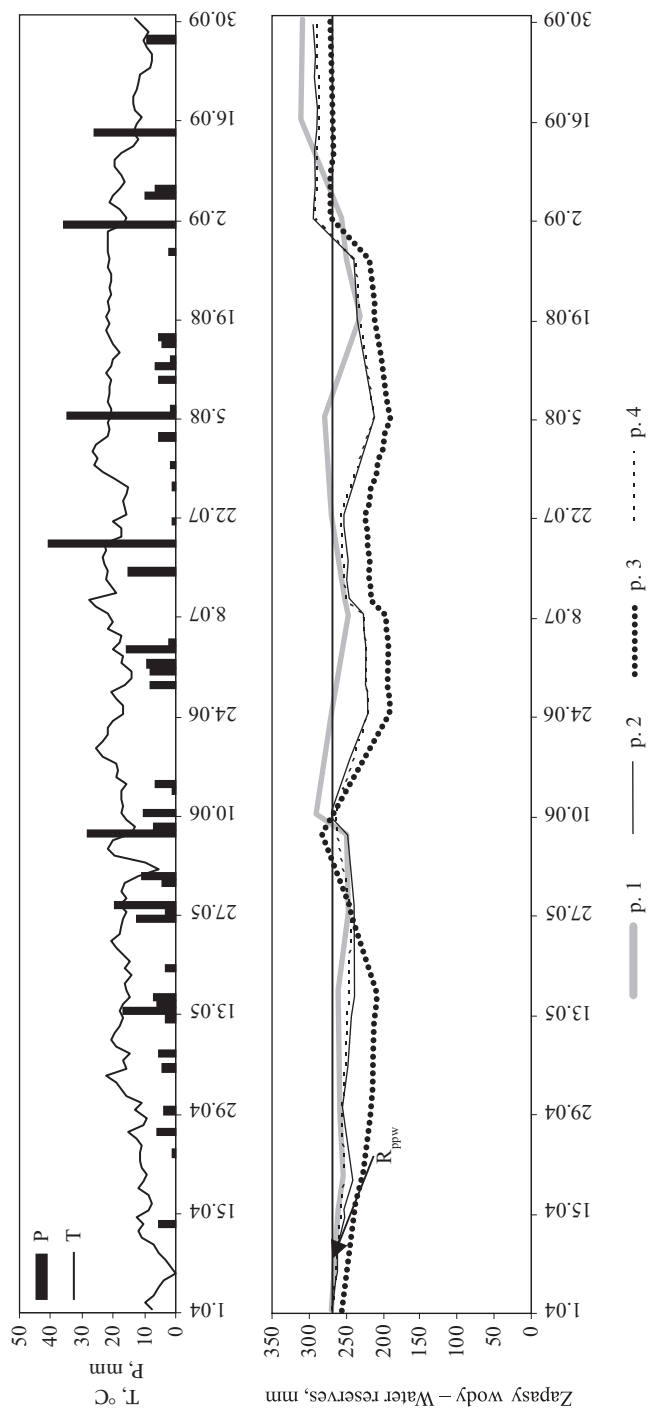
W półroczu letnim roku hydrologicznego 2002 suma opadów atmosferycznych osiągnęła wartość 497 mm i była wyższa od średniej z wielolecia o 175 mm. Według Baca [1982] nie suma, lecz rozkład opadów wpływa na kształtowanie się plonów. Obserwacja ta ma szczególne znaczenie w przypadku terenów pogórnicych, gdzie występuje opadowo-retencyjny typ gospodarki wodnej [Szafranski i Stachowski 1997]. Potwierdza to przebieg zapasów wody w warstwie 0–100 cm profili gruntów pogórnicych w okresie wegetacyjnym 2002 r., przedstawiony na rysunku 1 na tle dobowych sum opadów i średnich dobowych temperatur powietrza. Suma opadów w tym okresie (417 mm) była wyższa od średniej z wielolecia o 100 mm, a temperatura powietrza przekraczała średnią wielo-

letnią aż o 3,8°C. Okres wegetacyjny 2002 r. rozpoczął się przy wysokich zasobach wody w warstwie 0–100 cm, zbliżonych do połowej pojemności wodnej (PPW) we wszystkich profilach. Wynosiły one od 262 mm w profilu nr 1 do 270 mm w profilu nr 2, co stanowiło odpowiednio 101 i 98% zasobu wody przy PPW. Wyniki dotyczące uwilgotnienia gruntów pogórnich w tym okresie potwierdzają spostrzeżenia Kaczmarka i innych [2000], którzy stwierdzili, że czynnikiem decydującym o uwilgotnieniu wierzchnich warstw gruntów pogórnich są zapasy wody pozimowej. Występujące do końca kwietnia opady w połączeniu z niską średnią dobową temperaturą powietrza wpłynęły na niewielkie obniżenie się w tym czasie uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów pogórnich: zapasy wody były zbliżone do PPW lub nieznacznie ją przekraczały i wynosiły od 246 mm (profil nr 1) do 254 mm (profil nr 2), co stanowiło odpowiednio 95 i 93% zasobu wody przy PPW. W trzeciej dekadzie maja zapasy wody w analizowanej warstwie mieściły się w zakresie od 209 mm (profil nr 3) do 271 mm (profil nr 1). Zwiększenie się zasobów wody, średnio o 44 mm, wystąpiło w pierwszej dekadzie czerwca i miało związek z wysoką sumą opadów w okresie od 26 maja do 10 czerwca i spadkiem średniej dobowej temperatury powietrza. Okres obejmujący trzecią dekadę czerwca i pierwsze dni lipca to ponowne obniżenie się uwilgotnienia badanych gruntów, spowodowane niewielkimi dobowymi sumami lub brakiem opadów. Zapasy wody w warstwie 0–100 cm zostały odbudowane na początku drugiej dekady lipca, co wiązało się z wyższymi opadami. Znaczący spadek zasobów wody stwierdzono pod koniec drugiej dekady sierpnia, a ich kolejny wzrost – w pierwszej połowie września, w rezultacie opadów o sumie 88 mm, wyższej od średniej z wielolecia o 39 mm. W połowie września zapasy wody w 1-metrowej warstwie profili glebowych wynosiły od 270 mm (profil nr 3) do 310 mm (profil nr 1), przekraczając zawartość wilgoci przy PPW o 14 i 50 mm.

Z analizy zmian uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów pogórnich wynika, że zależało ono przede wszystkim od rozkładu i wysokości opadów atmosferycznych, ale także od budowy profilu gruntów. Potwierdzają to również wyniki dotyczące półroczia zimowego roku hydrologicznego 2002. Zapasy wody w czterech badanych profilach zmniejszyły się wówczas średnio o 85 mm, co stanowiło ok. 48% sumy opadów w tym okresie. Największy spadek zasobów wody w półroczu zimowym, średnio o 131 mm, nastąpił w profilach zbudowanych z glin piaszczystych przechodzących w gliny lekkie (profil nr 2) oraz glin lekkich z wkładkami piasków gliniastych (profil nr 3). W półroczu letnim, w którym suma opadów przekroczyła średnią z wielolecia o 175 mm, zapasy wody zwiększyły się średnio o 49 mm. Największy przyrost zasobów wody, średnio o 57 mm, wystąpił w profilach zbudowanych z glin średnich (profil nr 1) i glin (profil nr 4).

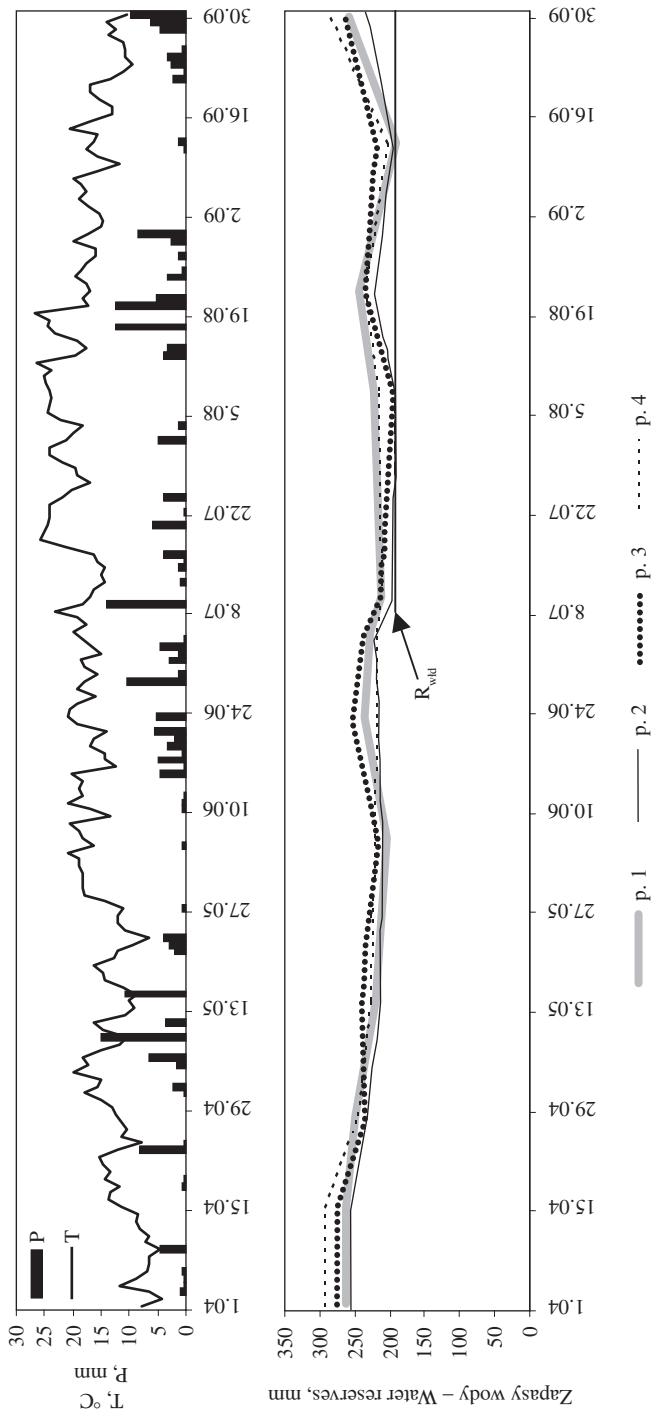
W półroczu zimowym roku hydrologicznego 2004 zapasy wody wzrosły średnio o 57 mm, co stanowiło 30% sumy opadów w tym okresie, natomiast w półroczu letnim, w którym suma opadów była niższa od średniej z wielolecia o 90 mm, zapasy wody zmniejszyły się średnio o 35 mm. Największy spadek uwilgotnienia, średnio o 50 mm, zanotowano w profilach zbudowanych z glin piaszczystych i glin lekkich (profil nr 2) oraz z glin lekkich przechodzących w piaski gliniaste (profil nr 3).

W suchym okresie wegetacyjnym 2004 r., w którym suma opadów była niższa od średniej z wielolecia o 121 mm, uwilgotnienie wierzchnich warstw gruntów pogórnich również kształtowało się w zależności od rozkładu i wysokości opadów atmosferycznych (rys. 2). Największy spadek zasobów wody, o 45 i 53 mm, w profilu nr 2 (pszenica ozima)



Rys. 1. Przebieg zapasów wody w warstwie 0–100 cm wybranych profili gruntów pogórnicznych na tle dobowych sum opadów atmosferycznych (P) i średnich dobowych temperatur powietrza (T) w okresie wegetacji 2002 r.;  $R_{ppw}$  – stan retencji przy połowej pojemności wodnej; p.1, ..., p.4 – profile glebowe (patrz tabela)

Fig. 1. Changes in water reserves in soil layer 0–100 cm of chosen postmining ground profiles as against daily precipitation totals and mean daily air temperatures during vegetation period of 2002;  $R_{ppw}$  – water storage at field capacity; p.1, ..., p.4 – soil profiles (see Table)



Rys. 2. Przebieg zasobów wody w warstwie 0–100 cm wybranych profili gruntów pogórnicych na tle dobowych sum opadów atmosferycznych (P) i średnich dobowych temperatur powietrza (T) w okresie wegetacji 2004 r.;  $R_{wld}$  – użyteczna rezerwa (woda łatwo dostępna dla roślin); p.1, ..., p.4 – profile glebowe (patrz tabela)  
 Fig. 2. Changes in water reserves in soil layer 0–100 cm of chosen postmining ground profiles as against daily precipitation totals (P) and mean daily air temperatures (T) during vegetation period of 2004;  $R_{wld}$  – useful storage (water easily accessible to plants); p.1, ..., p.4 – soil profiles (see Table)

i nr 3 (jęczmień jary), zbudowanych odpowiednio z gliny piaszczystej i gliny lekkiej, pojawił się już w od trzeciej dekady kwietnia i trwał do pierwszej dekady czerwca, a był konsekwencją niewielkich dobowych sum opadów i występowania okresów bezopadowych oraz wyższych od średnich z wielolecia temperatur powietrza. Czas spadku uwilgotnienia pokrył się z okresem wzmożonych potrzeb wodnych jęczmienia jarego, trwającym do fazy kłoszenia (1 i 2 dekada czerwca) i uważanym za krytyczny w gospodarce wodnej tej rośliny. Kolejny spadek zapasów wody, średnio o 25 mm w badanych profilach, rozpoczął się w pierwszej dekadzie lipca i trwał do drugiej dekady sierpnia. Był on związany z niższą o 60 mm od średniej z wielolecia sumą opadów i wyższą o 1,3°C średnią miesięczną temperaturą powietrza. Najmniejsze zapasy wody obserwowano w profilach pod uprawą pszenicy ozimej – 177 mm w okresie 12 dni i jęczmienia jarego – 181 mm przez 9 dni. W profilach pod pozostałymi uprawami niedobory były mniejsze i trwały od 4 dni (lucerna) do 9 dni (rzepak).

Najdłużej trwające (22 dni) niedobory wody w ilości 38 mm pojawiły się w profilu nr 2 (pszenica ozima). Najmniejsze niedobory wody, wynoszące 7 mm, wystąpiły w profilu nr 1 (lucerna) i trwały 12 dni. Można tłumaczyć to tym, że lucerna ma głęboki palowy system korzeniowy i dlatego może pobierać większe ilości wody z głębszych warstw gruntów pogórnicych, dzięki czemu jest bardziej odporna na dłuższe okresy posuchy. Ponadto, jak stwierdza Dzieżyc i inni [1987], największe zapotrzebowanie lucerny na opady przypada na okres od drugiej dekady czerwca do drugiej dekady lipca, a w 2004 r. zapasy wody w tym okresie kształtowały się na optymalnym poziomie. Ponowny spadek uwilgotnienia pojawił się w drugiej dekadzie września i był spowodowany brakiem opadów oraz wyższą od średniej z wielolecia (o 0,8°C) temperaturą powietrza w tym okresie. Pod koniec okresu wegetacji 2004 r. zapasy wody systematycznie wzrastały, osiągając stan odpowiadający połowej pojemności wodnej.

## PODSUMOWANIE

Wierzchnie warstwy badanych profili gruntów pogórnicych różniły się przepuszczalnością. Współczynnik infiltracji ustalonej w warstwie ornej wynosił średnio  $3,7 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , a współczynnik perkolacji w warstwie podornej kształtował się na poziomie  $0,029 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Szczegółowa analiza wykazała, że zmienność uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów zależała przede wszystkim od przebiegu warunków meteorologicznych, a w szczególności od wysokości i rozkładu opadów atmosferycznych.

W mokrym okresie wegetacyjnym 2002 r. największe zapasy wody w 1-metrowej warstwie gruntów pogórnicych przekraczały o 14–50 mm zapasy wody odpowiadające połowej pojemności wodnej.

Niekorzystny rozkład opadów w suchym okresie wegetacyjnym 2004 r. spowodował, że zapasy wody w 1-metrowej warstwie gruntów pogórnicych spadły poniżej stanu retencji odpowiadającej ilości wody łatwo dostępnej dla roślin. Najdłużej trwające (22 dni) wyczerpanie wilgoci w wysokości 38 mm wystąpiło w gruncie pod uprawą pszenicy ozimej, natomiast najkrócej trwające (12 dni) wyczerpanie wilgoci w tym okresie, wynoszące 7 mm, wystąpiło w gruncie pod uprawą lucerny.



## PIŚMIENNICTWO

- Bac S., 1982. Zasady optymalizacji rozmieszczenia inwestycji nawadniających. *Wiad. Melior. Łąk.* 12, 3–4.
- Dzieżyc J., Nowak L., Panek L., 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 314, 11–33.
- Kaczmarek Z., Owczarzak W., Mocek A., 2000. Właściwości fizyczne i wodne gleb płowych i czarnych ziem położonych w bezpośrednim sąsiedztwie odkrywki „Kazimierz” KWB „Konin”. *Rocz. AR Pozn., Rolnictwo* 56, 265–276.
- Kowalik S., 1993. Problemy rekultywacji rolniczej realizowanej przez rolników indywidualnych na terenach pogórnich KWB „Adamów”. *Zesz. Nauk. AGH Krak., Sozol. Sozotech.* 37, 135–144.
- Krzaklewski W., 1988. Leśna rekultywacja i biologiczne zagospodarowanie nieużytków przemysłowych. *Wyd. AR w Krakowie.*
- Mocek A., Drzymała S., Maszner P., 2000. Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. *Wyd. AR w Poznaniu.*
- PN-R-04033:1998. Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne
- Smedema L., Rycroft D., 1983. *Land drainage: planning and designing of agricultural drainage systems.* Basford Academic and Educational Ltd. London.
- Szafrański Cz., Stachowski P., 1997. Zmiany zasobów wody w wierzchnich warstwach rekultywowanych rolniczo gruntów pogórnich. *Rocz. AR Pozn., Melior. Inż. Środ.* 19, cz. 2, 211–221.
- Szafrański Cz., Stachowski P., Kozaczyk P., 2001. Stan zwałowiska wewnętrznego odkrywki „Kazimierz” po rekultywacji technicznej. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 477, 269–274.
- Zajac K., 1994. *Zarys metod statystycznych.* PWE Warszawa.

## DYNAMICS OF WATER RESERVES IN AGRICULTURALLY RECLAIMED POST-MINING GROUNDS

**Abstract.** The study was based on the results of field investigations and observations carried out on four experimental plots located on the internal dumping ground of one of the open pits of the Brown Coal Mine “Konin” in the Kujawskie Lakeland. After the technical reclamation completed in 1998, the new owner of the post-mining grounds implemented biological (agricultural) reclamation. It follows from the results of the research that the upper layers of those agriculturally reclaimed grounds show small differences in soil texture and basic physical and water properties. The variation in the water reserves of the 100-cm layer in the vegetation period depends mainly on the pattern of meteorological conditions.

**Key words:** post-mining ground, water reserves, water deficiency

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.09.2007*