

**Zeszyty
Naukowe**
Akademii
Rolniczej
im. Hugona
Kołłątaja
w Krakowie

zeszyt 24

**inżynieria
środowiska**

Piotr Stachowski, Czesław Szafrąński, Paweł Kozaczyk

Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska

Ocena zasobów wodnych gruntów pogórnich po rekultywacji technicznej

Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że uwilgotnienie wierzchnich warstw analizowanych gruntów pogórnich jest uzależnione przede wszystkim od przebiegu warunków meteorologicznych. Niekorzystny rozkład opadów i temperatur powietrza spowodował, że nawet w mokrym pod względem sumy opadów okresie wegetacyjnym 2001 r. wierzchnie warstwy gruntów pogórnich wykazywały okresowe niedobory wilgoci.

1. Wstęp

Zasoby wodne Wielkopolski są stosunkowo małe. Nawet w latach przeciętnych i mokrych w środkowej części dorzecza Warty, występują niedobory wody w okresie wegetacyjnym, w którym suma opadów waha się od 240 do 290 mm, a w latach suchych nie przekracza połowy tej wartości [Kowalczak 2001]. Jest to szczególnie ważne na terenach pogórnich, gdzie występuje opadowo-retencyjny typ gospodarki wodnej, w którym jedynym źródłem zaopatrzenia roślin w wodę są opady atmosferyczne, gdyż zwierciadło wody gruntowej zalega bardzo głęboko i nie ma wpływu na uwilgotnienie wierzchnich warstw gruntów pogórnich [Szafrąński i Stachowski 1997]. Wynika stąd, że zasoby wodne terenów pogórnich są kształtowane przede wszystkim pod wpływem warunków meteorologicznych.

Celem pracy była ocena zasobów wodnych wierzchnich warstw gruntów pogórnich po przeprowadzonej w 1998 r. rekultywacji technicznej.

2. Materiały i metody

Pracę oparto na wynikach badań i obserwacji terenowych przeprowadzonych na 8 powierzchniach doświadczalnych (4 powierzchnie o wielkości 0,32 ha każda oraz 4 pozostałe powierzchnie kontrolne o wielkości 0,24 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, jest zrównane z rzędnymi otaczającego terenu i zalicza się do typu zwałowisk o wierzchowinie dostosowanej do poziomu terenów przyległych. Po zakończeniu w 1998 r. rekultywacji technicznej na badanych powierzchniach doświadczalnych rozpoczęto rolniczą rekultywację przez uprawę lucerny, pszenicy ozimej, rzepaku oraz jęczmienia jarego, na każdą uprawę przeznaczono dwie powierzchnie. Przy pomocy wierceń do głębokości 3,0 m, w 3 transektach (w każdym transekcie po 27 wierceń), przecinających wytypowane powierzchnie z zachodu na wschód, rozpoznano wierzchnią warstwę gruntu. W ramach każdej powierzchni doświadczalnej wyznaczono zasięgi gruntów pogórnicznych o podobnej budowie profilu. Na podstawie wykonanych wierceń i odkrywek gleboznawczych wyznaczono również profile, charakterystyczne w 70–80% dla badanych powierzchni. W pracy poddano szczegółowej analizie kształtowanie się zasobów wodnych w 8 profilach, typowych dla powierzchni doświadczalnych w okresie wegetacyjnym 2001 r. Na wybranych powierzchniach wykonywano systematyczne pomiary wilgotności gleby, za pomocą sondy neutronowej, z częstotliwością co 2 tygodnie.

W wierzchnich warstwach badanych profili glebowych pomierzono infiltrację i perkolację metodą podwójnych cylindrów, w 3 powtórzeniach dla każdego poziomu. Skład granulometryczny oraz właściwości fizyczne i chemiczne badanych profili glebowych oznaczono ogólnie stosowanymi metodami w laboratorium Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska AR w Poznaniu.

Podstawowe właściwości wodne badanych gleb określono z otrzymanych krzywych (pF) i na ich podstawie ustalono:

- ilość wody silnie związanej i niedostępnej dla roślin (powyżej pF 4,2),
- ilość wody ogólnie dostępnej dla roślin (WOD) obliczono z różnicy między zawartością wody odpowiadającą polowej 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) określono jako jedną trzecią tej różnicy [Smedema i Rycroft 1983].

Przebieg warunków meteorologicznych w okresie prowadzonych badań przeanalizowano na podstawie codziennych pomiarów opadów atmosferycznych we własnym posterunku opadowym w Pątnowie, w którym zainstalowano deszczomierz Hellmanna, a w okresie wegetacyjnym dodatkowo pluwiograf, a także wyników codziennych pomiarów temperatur powietrza ze stacji meteorologicznej KWB Konin w Kleczewie.

3. Wyniki i dyskusja

Dominującym utworem, tworzącym wierzchnią warstwę badanych powierzchni doświadczalnych, jest glina zwałowa szara zlodowacenia środkowopolskiego [Gilewska 1991]. Jest to utwór spoisty, zbliżony składem granulometrycznym do grupy glin lekkich i średnich, determinujący szereg cech fizycznych gruntów pogórnich tworzących zwałowisko Konińskiego Zagłębia Węgla Brunatnego. Na podstawie szczegółowych badań gleboznawczych można stwierdzić, że pokrywa gruntowa badanych powierzchni doświadczalnych wykazuje niewielką zmienność tak w układzie przestrzennym, jak i profilowym. Większość badanych profili glebowych zbudowanych jest z glin lekkich i glin średnich. Dominującym utworem profilu nr 1, 6 i 8 jest glina lekka i średnia (tab. 1). Profile nr 3 i 4 zbudowane są z gliny średniej z wkładką gliny lekkiej (nr 3) oraz gliny średniej przechodzącej w glinę ciężką (nr 4). Pozostałe analizowane profile są jednorodne, zbudowane z gliny lekkiej (nr 7) oraz gliny średniej (nr 2 i nr 5).

Gęstość stałej fazy wierzchnich warstw (0–150 cm) badanych gruntów nie wykazywała istotnych zmian i osiągała średnią wartość $2,67 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Większe zróżnicowanie występuje natomiast w gęstości objętościowej omawianych profili. W warstwie 0–60 cm gęstość objętościowa waha się od 1,86 (profil nr 6) do $1,95 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (profil nr 4), średnio $1,90 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Głębsze warstwy wykazują większe zagęszczenie, gęstość objętościowa osiąga średnią wartość $1,95 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Spowodowane to jest większym rozluźnieniem mas ziemnych wierzchnich warstw gruntów pogórnich przez zabiegi uprawowe, stosowane w rolniczej rekultywacji oraz skonsolidowanie i zaskorupienie głębszych warstw tych gruntów. Przeprowadzone badania wykazały natomiast zróżnicowanie w podstawowych właściwościach wodnych analizowanych profili. Stwierdzono, że stan retencji odpowiadający połowej pojemności wodnej (R_{PPW}) jest najmniejszy w profilach, zbudowanych przeważnie z glin lekkich i w warstwie 0–100 cm osiąga wartość od 197 mm do 218 mm (tab. 1). W pozostałych profilach zbudowanych z glin średnich, stan retencji przy połowej pojemności wodnej jest większy i wynosi średnio 263 mm. Podobne zróżnicowanie istnieje przy stanie retencji odpowiadającej ilości wody łatwo dostępnej dla roślin (R_{WLD}), uprawianych w rekultywacji rolniczej na badanych powierzchniach. Ilość wody łatwo dostępnej w profilach typowych dla pszenicy ozimej i lucerny (profile nr 7 i nr 8), zbudowanych z gliny lekkiej wynosi 106 mm, natomiast w pozostałych profilach, zbudowanych przeważnie z glin średnich, wynosi średnio 136 mm.

Badania wykazały, że na analizowanych powierzchniach doświadczalnych zawartość substancji organicznej była niewielka. Najmniejszą zawartością próchnicy, w warstwie 0–60 cm, charakteryzowały się profile nr 1, 4, 6, 7 i 8 średnio 0,30%. W pozostałych analizowanych profilach zawartość substancji organicznej w wierzchniej warstwie była wyższa i wahała się od 0,52 (profil nr 2) do 0,59% w profilu nr 5, średnio 0,56% (tab. 1). Przeprowadzone badania potwierdziły, że zastosowana obecnie w konińskim górnictwie odkrywkowym

Tabela 1. Skład granulometryczny oraz niektóre właściwości fizyczne, chemiczne i wodne badanych profili gruntów pogórnicych

Nr profilu, Użytkowanie	Warstwa [cm]	Symbol składu granulometrycznego (PN-04033)	Gęstość objętościowa gleby suchej [Mg · m ⁻³]	Porowatość ogólna [%]	Zawartość substancji organicznej [%]	Stan retencji w warstwie 0–100 cm			k [cm · h ⁻¹]		
						R _{ppw} [mm]	R _{wld} [mm]	R _{wrw} [mm]	0–30 cm	30–60 cm	
1. lucerna	0–60	gl	1,89	29,5	0,31						
	160–100	gs	1,96	26,6	0,29	295	147	72	11,6	0,04	
	100–150	gs	1,98	25,6	0,41						
2. pszenica ozima	0–60	gs	1,87	30,0	0,52						
	160–100	gs	1,93	28,0	0,64	231	120	49	2,7	0,27	
	100–150	gs	1,98	27,2	0,62						
3. jęczmień jary	0–60	gs	1,93	28,2	0,57						
	160–100	gl	1,97	26,5	0,52	305	152	75	1,1	0,05	
	100–150	gs	1,99	25,8	0,58						
4. rzepak	0–60	gs	1,95	30,2	0,31						
	160–100	gc	1,98	27,0	0,59	231	123	45	3,1	0,06	
	100–150	gc	1,99	25,5	0,41						
5. jęczmień jary	0–60	gs	1,92	29,9	0,59						
	160–100	gs	1,96	28,1	0,53	254	131	55	2,9	0,12	
	100–150	gs	1,98	28,8	0,44						
6. rzepak	0–60	gl	1,86	30,6	0,30						
	160–100	gs	1,90	29,1	0,44	264	142	49	11,2	0,07	
	100–150	gs	1,96	27,4	0,52						

7. pszenica ozima	0-60	gł	1,89	29,5	0,33	197	98	49	13,1	0,07
	160-100	gł	1,90	29,1	0,40					
	100-150	gł	1,96	26,6	0,47					
8. lucerna	0-60	gł	1,90	28,8	0,34	218	114	45	19,6	0,10
	160-100	gs	1,94	28,1	0,55					
	100-150	gł	1,94	26,6	0,50					

R_{ppw} – stan retencji przy połowej pojemności wodnej, R_{wrtw} – stan retencji przy wilgotności trwałego więdnięcia, k – wartość współczynnika infiltracji ustalonej dla warstwy ornej (0-30cm) i współczynnika perkolacji dla warstwy podornej (30-60cm), R_{wld} – stan retencji odpowiadający wodzie łatwo dostępnej dla roślin

metoda selektywnego zwałowania materiału nadkładowego usprawniła rekultywację techniczną, korzystnie wpłynęła na skład granulometryczny oraz podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne badanego zwałowiska wewnętrznego.

Zdolność powierzchni gruntu do wchłaniania wody opadowej decyduje o jej zdolności do odbudowania retencji. Szybkość infiltracji wody w gruncie zależy między innymi od jego uziarnienia, który ma duży wpływ na wielkość jego przepuszczalności. Przeprowadzone badania terenowe wykazały pewne różnice w przepuszczalności wierzchnich warstw badanych typowych dla powierzchni doświadczalnych profili gruntów pogórnich (tab. 1). W profilach typowych dla powierzchni nr 2, 3, 4 i 5, w których wierzchnia warstwa (0–60 cm) zbudowana jest z gliny średniej, współczynniki infiltracji ustalonej wahają się od 1,1 (profil nr 3) do $2,9 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$ (profil nr 5), średnio $2,5 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$. Według FAO [1971], jak i według Riddera [1974], grunty te można zaliczyć do klasy średniej klasy infiltracji. Lepszymi zdolnościami infiltracyjnymi charakteryzują się pozostałe profile gruntów pogórnich. Na powierzchniach tych, zbudowanych z glin lekkich, współczynniki infiltracji ustalonej wynoszą się od 11,2 (profil nr 6) do $19,6 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$ (profil nr 8), średnio $13,9 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$. Otrzymane wartości pozwalają zaliczyć te powierzchnie do klasy infiltracji bardzo wysokiej lub klasy średnio dużej według FAO [1971]. Kilkakrotnie mniejsze wielkości uzyskano w warstwie 30–60 cm badanych gruntów pogórnich. Pomierzone współczynniki perkolacji w analizowanych profilach osiągają wartość od $0,04 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$ (profil nr 1) do $0,12 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$ (profil nr 5), średnio $0,01 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$. Otrzymane wartości pozwalają zaliczyć te powierzchnie do klasy infiltracji małej [FAO 1971].

Ocenę zasobów wodnych wierzchnich warstw użytkowanych rolniczo gruntów pogórnich przeprowadzono na przykładzie mokrego pod względem sumy opadów okresu wegetacyjnego 2001 r. Suma opadów w tym okresie (443 mm) była o 130 mm wyższa od średniej z wielolecia, a temperatura powietrza zbliżona do średniej ($14,9^{\circ}\text{C}$). W okresie tym nastąpił jednak niekorzystny rozkład opadów, który spowodował pojawienie się zarówno niedoborów, jak i nadmiaru wody w jednodetrowej warstwie gruntów pogórnich. Na początku okresu wegetacyjnego, gdzie zapasy wody silnie determinują możliwość wzrostu roślin uprawnych, uwilgotnienie w analizowanych profilach osiągnęło wartości zbliżone do PPW i kształtowało się od 212 mm w profilu nr 3, z uprawą jęczmienia jarego do 241 mm w profilu nr 6 z rzepakiem. Również zasoby wodne w maju, w którym suma opadów była większa od średniej z wielolecia o 22 mm, pozwoliły na kontynuowanie wegetacji i rozwoju roślin uprawianych w procesie rekultywacji na badanych powierzchniach. Najmniejsze zapasy wody pomierzono w analizowanym okresie wegetacyjnym pod koniec sierpnia. Spadły one poniżej wartości odpowiadającej ilości wody łatwo dostępnej dla roślin. Minimalne zapasy wody w tym okresie wahały się od 120 mm, w profilu nr 2 do 165 mm w profilu nr 7, co stanowiło odpowiednio 52 i 84% zapasu wody przy PPW (tab. 2). Zdecydowanie największe wyczerpanie wilgoci i najdłużej trwające niedobory wody łatwo dostępnej dla roślin (od 18 do 26 dni), zaobserwowano w profilach z uprawą rzepaku (nr 6) i lucerny (nr 1).

Tabela 2. Maksymalne i minimalne zapasy wody w warstwie 0–100 cm oraz liczba dni z niedoborami wody w analizowanym okresie wegetacyjnym 2001 r.

Okres bilansowy	Nr powierzchni (profilu)	Użytkowanie	Zapasy wody				Liczba dni z niedoborami wody
			maks. [mm]	% PPW	min. [mm]	% PPW	
1.04–30.09 2001 (mokry)	1.	lucerna	237	80	127	43	26
	2.	pszenica ozima	266	115	120	52	5
	3.	jęczmień jary	244	80	156	51	–
	4.	rzepak	249	108	149	65	–
	5.	jęczmień jary	231	95	122	48	7
	6.	rzepak	241	91	131	49	18
	7.	pszenica ozima	253	128	165	84	–
	8.	lucerna	239	110	139	64	–

Spadek uwilgotnienia spowodowany został niekorzystnym rozkładem opadów w lipcu i sierpniu, a przede wszystkim wyższym parowaniem terenowym, związanym z wyższą o 2,1°C (lipiec) i 1,3°C (sierpień), średnią miesięczną temperaturą powietrza. Największe uwilgotnienie badanych profili stwierdzono w końcu września, gdzie zapasy wody wzrosły do wartości od 231 mm (profil nr 5) do 266 mm (profil nr 2) i osiągnęły stan retencji odpowiadający połowej pojemności wodnej. Wzrost spowodowany został wyższą o 84 mm od średniej z wielolecia sumą opadów w tym miesiącu oraz niższą o 1,5°C średnią miesięczną temperaturą powietrza.

Analiza uwilgotnienia gruntów pogórnich przeprowadzona na przykładzie wierzchniej warstwy gruntów pogórnich zwałowiska wewnętrznego odkrywki „Kazimierz Północ” potwierdziła, że zależy ono przede wszystkim od przebiegu warunków meteorologicznych. Stwierdzono, że dynamika zmian uwilgotnienia w badanych profilach gruntowych była związana zarówno z wysokością, jak i rozkładem opadów atmosferycznych. Niekorzystny ich rozkład i przebieg temperatur powietrza spowodował, że w okresie wegetacyjnym 2001 r., zaliczonym pod względem sumy opadów do mokrego, wierzchnie warstwy analizowanych gruntów wykazywały okresowe niedobory wilgoci.

4. Wnioski

1. Na podstawie szczegółowych badań gleboznawczych stwierdzono, że pokrywa gruntowa badanych powierzchni doświadczalnych wykazuje niewielką zmienność, tak w układzie przestrzennym jak i profilowym, w uziarnieniu

oraz podstawowych właściwościach fizycznych i chemicznych badanego obszaru zwałowiska wewnętrznego.

2. Stwierdzono, że stan retencji odpowiadający połowej pojemności wodnej (R_{PPW}) jest najmniejszy w prófilach, zbudowanych przeważnie z glin lekkich i w warstwie 0–100 cm osiąga wartość od 197 mm do 218 mm. W pozostałych prófilach, zbudowanych z glin średnich, stan retencji przy połowej pojemności wodnej jest większy i wynosi średnio 263 mm. Podobne zróżnicowanie istnieje w stanie retencji odpowiadającej ilości wody łatwo dostępnej dla roślin (R_{WLD}), uprawianych w procesie rekultywacji rolniczej na badanych powierzchniach.

3. Wyniki badań i obserwacji terenowych prowadzonych na 8 powierzchniach doświadczalnych wykazały, że uwilgotnienie wierzchnich warstw gruntów pogórnich na tych powierzchniach uzależnione było przede wszystkim od przebiegu warunków meteorologicznych.

4. Badania wykazały, że niekorzystny rozkład opadów i przebieg temperatur powietrza w okresie wegetacji 2001 roku spowodował, że wierzchnie warstwy analizowanych gruntów pogórnich wykazywały okresowe niedobory wilgoci.

Literatura

- FAO. 1971. Land and Water Development Division. Rome, Bull.
- Gilewska M.** 1991. Rekultywacja biologiczna gruntów pogórnich na przykładzie KWB „Konin”. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozpr. Nauk., 211.
- Kowalczak P.** 2001. Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w dorzeczu Warty. Wyd. Nauk. ImiGW, Warszawa.
- Polska Norma PN-R-04033. 1998. Gleby i utwory mineralne – podział na frakcje i grupy granulometryczne. Wyd. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- Ridder N.** 1974. Drainage principles and applications. Wageningen.
- Smedema L., Rycroft D.** 1983. Land drainage: planning and desing of agricultural drainage systems. Basford Academic and Educational Ltd., London.
- Szafrański C., Stachowski P.** 1997. Zmiany zapasów wody w wierzchnich warstwach rekultywowanych rolniczo gruntów pogórnich. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, ser. Melior. Inż. Środ., 19, cz. 2, 211–221.

Evaluation of water resources of post-mining grounds after technical reclamation

Summary

The paper presents results of field research and observations carried in the inner waste heap of the "Kazimierz Północ" open pit, situated in the Kujawskie Lake District (52°20' N, 18°14' E). Field research and observations were conducted on experimental plots undergoing agricultural land reclamation, with differing agricultural uses. It was stated significant influence of precipitation on crop yields. The research results indicate that dynamics of the moisture content in the upper layers of post-mining grounds depends mainly on weather conditions.

Agricultural University of Poznań

Department of Land Improvement and Environmental Development

Adres / Address:

Akademia Rolnicza, Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska, ul. Piątkowska 94,
61-691 Poznań