

PIOTR STACHOWSKI, CZESŁAW SZAFRAŃSKI,  
PAWEŁ KOZACZYK \*

## UWILGOTNIENIE GRUNTÓW POGÓRNICZYCH W SUCHYCH I CIEPŁYCH LATACH HYDROLOGICZNYCH

**Słowa kluczowe:** zapasy wody w gruncie, niedobory wody, grunt pogórniczy

### *Streszczenie*

*W pracy przedstawiono wyniki badań i obserwacji terenowych prowadzonych na powierzchniach doświadczalnych zlokalizowanych na zwalisku wewnętrznym odkrywki „Kazimierz Północ”, położonym na Pojezierzu Kujawskim. Badania wykazały, że najwyższe zapasy wody, przekraczające połowę pojemność wodną analizowanych profili gruntów pogórniczych, wystąpiły w półroczach zimowych. Stwierdzono, że najbardziej niekorzystnie kształtowało się uwilgotnienie gruntów pogórniczych w bardzo suchym i ciepłym pod względem sumy opadów oraz temperatur powietrza w półroczu letnim 2003 roku, w którym zapasy wody spadły poniżej stanu retencji odpowiadającej wodzie łatwo dostępnej dla roślin. Także w półroczu letnim 2004 roku, w którym również wystąpiły niedobory opadów i niekorzystny ich rozkład, w badanych gruntach pogórniczych stwierdzono niedobory wilgoci. Niedobory wystąpiły w okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę roślin uprawianych na badanych powierzchniach. Największe wyczerpanie wilgoci w tym okresie i najdłużej trwające niedobory wody stwierdzono w profilach glebowych mających małe zdolności retencyjne.*

### 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 pogórniczych, gdzie występuje opadowo-retencyjny typ gospodarki wodnej, w którym jedynym źródłem zaopatrzenia roślin w wodę są opady atmosferyczne, gdyż zwierciadło wody gruntowej zale-

---

\* Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego; Katedra Melioracji; Kształtowania Środowiska i Geodezji

ga bardzo głęboko i nie ma wpływu na uwilgotnienie wierzchnich warstw gruntów pogórnich [Szafrński i Stachowski 1997]. Wynika to stąd, że zasoby wodne terenów pogórnich są kształtowane przede wszystkim pod wpływem rozkładu i wielkości opadów atmosferycznych.

Celem pracy była ocena przebiegu uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów pogórnich, użytkowanych rolniczo, na tle warunków meteorologicznych.

### **Materiały i metody**

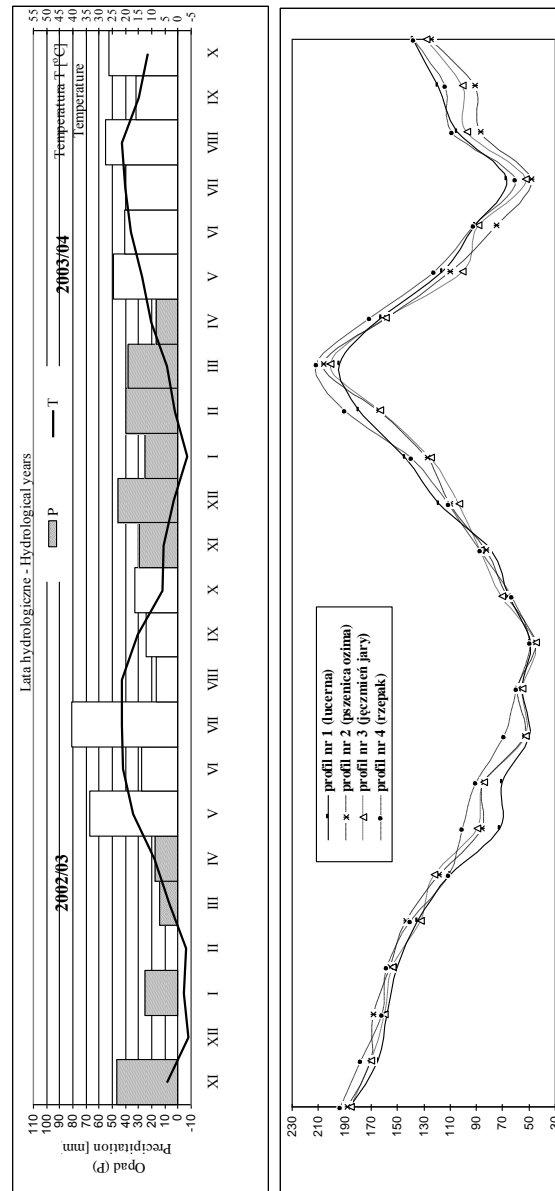
W pracy przedstawiono wyniki badań i obserwacji terenowych przeprowadzonych na 4 powierzchniach doświadczalnych, o wielkości 0,32 ha każda, zlokalizowanych na zwałowisku wewnętrznym odkrywki „Kazimierz Północ”, położonej na Pojezierzu Kujawskim. Zwałowisko, na którym prowadzono badania jest zrównane z rzędnymi otaczającego terenu i zalicza się do typu zwałowisk o wierzcholinie dostosowanej do poziomu terenów przyległych. Po zakończeniu w 1998 roku rekultywacji technicznej, na badanych powierzchniach doświadczalnych przeprowadzono rolniczą rekultywację, a obecnie obszar jest użytkowany rolniczo poprzez uprawę w zmianowaniu: lucerny, pszenicy ozimej, rzepaku oraz jęczmienia jarego. 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 wierceń do głębokości 3 m, wyznaczono na każdej powierzchni zasięgi gruntów o podobnej budowie profilu. Wytypowane do szczegółowej analizy 4 profile glebowe są reprezentatywne w 70-80% dla badanych powierzchni doświadczalnych. Właściwości fizyczne i chemiczne badanych profili oznaczono w laboratorium Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji ogólnie znanymi metodami. Podstawowe właściwości wodne określono z otrzymanych krzywych wodnej retencyjności (pF) i na ich podstawie ustalono: ilość wody ogólnie dostępnej dla roślin (WOD), a także ilość wody łatwo (WŁD) i trudno dostępnej (WTD) dla roślin [Smedema i Rycroft 1983]. Szczegółowe rozpoznanie wierzchniej warstwy gruntów pogórnich badanego zwałowiska znajduje się w pracy Szafrńskiego i in. [2001]. W czterech badanych profilach glebowych wykonano pomiary infiltracji wierzchnich i perkolacji głębszych warstw gruntów, w czterech powtórzeniach, metodą podwójnych pierścieni [Drzymała i in. 1985]. Ponadto, z częstotliwością dwutygodniową, wykonywano w tych profilach pomiary wilgotności gruntu za pomocą sondy profilowej na głębokościach: 10, 20, 30, 40, 60 i 100 cm. Na podstawie tych pomiarów obliczono zapasy wody w półmetrowej warstwie omawianych gruntów pogórnich. Przebieg warunków meteorologicz-

nych przeanalizowano w oparciu o codzienne pomiary opadów atmosferycznych i temperatur powietrza w stacji meteorologicznej KWB „Konin” w Kleczewie.

### Wyniki i dyskusja

Szczegółowe wyniki badań gleboznawczych wierzchniej warstwy zwałowiska wewnętrznego odkrywki „Kazimierz Północ” potwierdziły, że dominującym utworem budującym wierzchnią warstwę zwałowiska są utwory spoiście zbliżone uziarnieniem do glin. Gęstość fazy stałej gruntu badanych profili nie wykazuje istotnych zmian i osiąga w warstwie 0-150 cm średnią wartość  $2,67 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Większe zróżnicowanie występuje natomiast w gęstości objętościowej analizowanych gruntów. W warstwie 0-60 cm średnia wartość gęstości objętościowej wynosi  $1,86 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Natomiast głębsze warstwy (60-150 cm) wykazują większe zagęszczenie, a ich gęstość objętościowa osiąga średnią wartość  $1,95 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Stan retencji odpowiadający połowej pojemności wodnej ( $R_{PPW}$ ) w warstwie półmetrowej tych gruntów wynosi średnio 127 mm, natomiast użyteczna rezerwa retencji ( $R_{WLD}$ ) wynosi średnio 68 mm. Przeprowadzone badania terenowe wykazały różnice w przepuszczalności wierzchnich warstw analizowanych profili gruntów pogórnicych. W wierzchnich warstwach omawianych gruntów (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 współczynnik perkolacji w warstwie 30-60 cm był kilkakrotnie mniejszy i wynosił średnio  $0,06\cdot 10^{-5} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

W analizowanych latach hydrologicznych 2002/2003 i 2003/2004, uwilgotnienie wierzchnich warstw gruntów pogórnicych uzależnione było od przebiegu warunków meteorologicznych, a w szczególności od wielkości i rozkładu opadów atmosferycznych. W suchym roku hydrologicznym 2002/2003, w którym suma opadów była niższa o 147 mm od średniej z wielolecia, najwyższe zapasy wody w warstwie 0-50 cm wystąpiły na początku tego roku i związane były z wyższą od średniej z wielolecia sumą opadów pod koniec półrocza letniego poprzedniego roku hydrologicznego (rys. 1). Spadek uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów pogórnicych rozpoczął się w grudniu 2002 roku i związany był z niewielką sumą opadów w tym miesiącu (0,6 mm), niższą o 33 mm od średniej z wielolecia. W następnych miesiącach półrocza zimowego dalszy spadek uwilgotnienia spowodowany był bardzo niską sumą opadów w lutym (0,6 mm) oraz niższymi sumami opadów w marcu (o 16 mm) i kwietniu (o 12 mm) od średnich miesięcznych z wielolecia. Pod koniec tego półrocza zapasy wody wynosiły od 110 mm (profil 1) do 122 mm (profil 3).



Rys. 1. Zmiany zapasów wody (Z) w warstwie 0-50 cm badanych profili gruntów pogórnicych, na tle miesięcznych sum opadów (P) i średnich miesięcznych temperatur powietrza (T)

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

Niekorzystny przebieg uwilgotnienia w warstwie 0-50 cm analizowanych profili gruntów pogórnicych wystąpił w bardzo suchym i ciepłym półroczu letnim (V-X) 2003 roku, w którym suma opadów była niższa aż o 108 mm od średniej z wielolecia, a temperatura powietrza wyższa o 1,2 °C od średniej dla tego okresu. Zapasy wody w profilu 1 już na początku tego półrocza zbliżyły się do granicy stanu retencji odpowiadającej wodzie łatwo dostępnej dla roślin (WŁD). Dalszy istotny spadek uwilgotnienia wystąpił w czerwcu i związany był z niższą o 20mm od średniej z wielolecia sumą opadów w tym miesiącu, jak i wyższą o 3,3 °C od średniej temperaturą powietrza. W następnych miesiącach półrocza letniego 2003 roku w analizowanych profilach rozpoczął się okres niedoborów wody. Przyczyną był niekorzystny rozkład opadów dobowych w lipcu oraz niższe od średnich z wielolecia miesięczne sumy opadów w sierpniu (o 35 mm) i wrześniu (o 39 mm), a także wyższe w tych miesiącach, odpowiednio o 1,3 °C i o 1,4 °C od średniej temperatury powietrza. Najmniejsze zapasy wody we wszystkich badanych profilach wystąpiły we wrześniu 2003 roku i kształtowały się od 45mm (profil 1) do 49 mm (profil 4). Zapasy te były niższe od stanu retencji odpowiadającemu wodzie łatwo dostępnej dla roślin (WŁD) o 27 mm (profil 1) i o 19 mm (profil 4). Najdłużej trwające niedobory wody (do 133 dni) pojawiły się w profilu 1 i wynosiły od 2 mm (w czerwcu) do 27 mm we wrześniu (rys. 1). W profilu 2 (pszenica ozima) i 3 (jęczmień jary) wielkość niedoborów wody w półroczu letnim 2003 roku wahała się od 14 mm w lipcu do 24 mm we wrześniu. W ostatnim z analizowanych (profil 4 – rzepak) niedobory wody były najmniejsze wynosiły średnio 10 mm i trwały najkrócej (77 dni).

Odmienny przebieg uwilgotnienia wystąpił w kolejnym omawianym roku hydrologicznym 2003/2004 (rys. 1). W półroczu zimowym (XI-IV) tego roku suma opadów wyniosła 195 mm i była zbliżona do średniej z wielolecia. Na początku tego okresu zapasy wody w półmetrowej warstwie badanych profili glebowych wyniosły około 70 mm. Tak niskie uwilgotnienie na początku półrocza zimowego 2003/2004 spowodowane było niższą od średniej z wielolecia sumą opadów w omawianym powyżej półroczu letnim poprzedniego roku hydrologicznego. Wzrost uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów pogórnicych rozpoczął się w grudniu 2003 roku i związany był z wyższą o 13 mm od średniej z wielolecia sumą opadów w tym miesiącu. W kolejnych miesiącach półrocza zimowego, w których sumy opadów zbliżone były do średnich z wielolecia, a temperatury powietrza niższe od średnich z wielolecia, następował dalszy wzrost zapasów wody w warstwie 0-50 cm badanych profili glebowych. Największe zapasy wody wystąpiły w marcu i były większe o 63 mm (profil 1) i o 74 mm (profil 4) od stanu retencji przy PPW (rys. 1). W kwietniu, gdy suma opadów była zbliżona do średniej z wielolecia, a temperatura powietrza wyższa

o 1,1 °C od tej średniej, nastąpiło obniżenie uwilgotnienia w badanych profilach gruntów pogórnich.

Półrocze letnie 2004 roku było suche, gdyż suma opadów wyniosła 268 mm i była niższa o 90 mm od średniej z wielolecia dla tego okresu, a temperatura powietrza wyższa o 0,7 °C od średniej. Okres ten rozpoczął się przy zapasach wody zbliżonych do stanu retencji przy połowej pojemności wodnej. W maju, w wyniku wystąpienia sumy opadów zbliżonej do średniej z wielolecia, a przede wszystkim wskutek niższej o 0,9 °C od średniej z wielolecia temperatury powietrza, uwilgotnienie utrzymywało się na optymalnym poziomie dla rozwoju roślin. Pod koniec czerwca wystąpił spadek uwilgotnienia, który był spowodowany niższą o 8 mm sumą opadów w tym miesiącu, a przede wszystkim wyższą o 0,5 °C od średniej z wielolecia temperaturą powietrza. Zapasy wody w warstwie półmetrowej zbliżyły się do stanu retencji odpowiadającej wodzie łatwo dostępnej dla roślin. Dalszy spadek zapasów, średnio o 35 mm, wystąpił w lipcu, kiedy opady były niższe o 59 mm od średniej z wielolecia dla tego miesiąca. W tym okresie najmniejsze zapasy wody w warstwie półmetrowej wystąpiły w profilach 2 i 3 i wynosiły odpowiednio 48 mm i 52 mm. Natomiast w pozostałych profilach zapasy wody kształtowały się na poziomie 60 mm. W ostatnich miesiącach półrocza letniego, gdy sumy opadów były większe od średnich z wielolecia, a temperatury powietrza zbliżone do średnich, nastąpił wzrost uwilgotnienia w badanych profilach, a zapasy wody osiągnęły wartości zbliżone do stanu retencji odpowiadającej PPW.

W suchym i ciepłym półroczu letnim roku hydrologicznego 2003/2004 najdłużej trwające niedobory wody (od 42 do 59 dni) pojawiły się w profilach 2 i 3, zbudowanych z gliny piaszczystej przechodzącej w glinę lekką. Natomiast najmniejsze niedobory wody w tym okresie, trwające 12 dni, wystąpiły w profilu 1, w którym w wierzchniej warstwie występuje glina lekka.

### Wnioski

1. Wyniki badań i obserwacji terenowych prowadzonych na 4 powierzchniach doświadczalnych wykazały, że dynamika zmian uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów pogórnicych w analizowanych latach hydrologicznych 2002/2003 i 2003/2004, uzależniona była przede wszystkim od sum miesięcznych opadów i od rozkładu opadów dobowych, a także od średnich miesięcznych temperatur powietrza.
2. Otrzymane wyniki badań potwierdziły, że najwyższe zapasy wody w analizowanych profilach gruntów pogórnicych, osiągające wartości większe od połowej pojemności wodnej, wystąpiły w półroczach zimowych.
3. Najbardziej niekorzystnie kształtowało się uwilgotnienie gruntów pogórnicych w bardzo suchym i ciepłym półroczu letnim 2003 roku, w którym zapasy wody już na początku tego okresu zbliżyły się, a następnie spadły poniżej stanu retencji odpowiadającej wodzie łatwo dostępnej dla roślin. Okres niedoborów wody w tym półroczu trwał od 77 do 133 dni.
4. W suchym i ciepłym półroczu letnim 2004, zapasy wody również spadły poniżej ilości wody łatwo dostępnej dla roślin. Największe wyczerpanie wilgoci w tym półroczu i najdłużej trwające niedobory wody (od 42 do 59 dni) stwierdzono w profilach 2 i 3 z warstwą gliny piaszczystej. Minimalne zapasy wody w tych dwóch profilach były zbliżone do zapasów przy wilgotności trwałego więdnięcia.

### Literatura

1. DRZYMAŁA S., MASZNER P., MICHAŁEK K., MOCEK A.: *Analiza i klasyfikacja gleb*. Wyd. AR Poznań, 30-44, 79-83, 145-148. Poznań 1985
2. KOWALCZAK P.: *Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w dorzeczu Warty*. Wyd. Nauk. IMiGW Warszawa 2001
3. SMEDEMA L., RYCROFT D.: *Land drainage: planning and desing of agricultural drainage systems*. Basford Academic and Educational Ltd London: 29-34. London 1983
4. SZAFRAŃSKI CZ., STACHOWSKI P.: *Zmiany zapasów wody w wierzchnich warstwach rekultywowanych rolniczo gruntów pogórnicych*. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – t.294. seria Melior. Inż. Środ., 19, cz.2, 211-221. 1997
5. SZAFRAŃSKI CZ., STACHOWSKI P., KOZACZYK P.: *Stan zwałowiska wewnętrznego odkrywki „Kazimierz” po rekultywacji technicznej*. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Roln. 477: 269-274. 2001

## MOISTURE ON POSTMINING GROUNDS IN THE DRY AND HOT HYDROLOGICAL YEARS

**Key words:** water reserves, water deficit, postmining grounds

### *S u m m a r y*

*This paper presents the results of field research and observation carried out on experimental areas located at the inner waste heap of the "Kazimierz Północ" open pit. The results show that the highest water reserves exceed half of the water capacity of the postmining grounds profiles and occurred from November to April. It showed that the moisture of the postmining grounds was very unfavorable during dry and hot period from May to October 2003 considering the density of precipitation and the air temperature. During this period the water reserves decreased under the water retention which was easily accessible to plants. From May to October 2004 the long water deficit and the bad dynamic of precipitation caused moisture deficit on the postmining grounds analysed. This deficit occurred during the period of intensive needs of water to plants grown on these grounds. The largest decrease in humidity during this period and the longest water deficit occurred in the profiles grounds having small retention capacity.*

**Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2006-2009,  
jako projekt badawczy**