

WPLYW UKSZTAŁTOWANIA TERENU NA PRZESTRZENNĄ ZMIENNOŚĆ UWILGOTNIENIA GLEB

THE INFLUENCE OF LAND CONFIGURATION ON SPATIAL VARIABILITY OF SOIL MOISTURE

Czesław Przybyła, Paweł Kozaczyk

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

Wstęp

Ukształtowanie terenu wywiera niewątpliwy wpływ na dynamikę uwilgotnienia gleb, przemieszczanie się wody w profilu glebowym oraz na głębokość zwierciadła wód gruntowych [Germann i Beven 1981, Kosturkiewicz i Szafranski 1983, Feddes i in. 1988, Szafranski 1988, Przybyła i Kozaczyk 1994, 1997a,b]. Szczegółowe poznanie dynamiki uwilgotnienia wymaga stosowania metod pomiarowych, które umożliwiają określenie zapasów wody w profilu bez naruszania jego struktury [Schmugge i in. 1980, Foroud i in. 1993]. Taką metodą jest metoda neutronowa zastosowana w niniejszej pracy.

Cel i metodyka badań

Celem podjętych badań była ocena wpływu ukształtowania terenu na przestrzenne zmiany dynamiki uwilgotnienia gleb znajdujących się na badanym obszarze (5160m²). Prace te prowadzono na doświadczalnych powierzchniach badawczych Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska Akademii Rolniczej zlokalizowanych w gospodarstwie rolnym w Sapowicach, oddalonym 30km od Poznania w kierunku południowo-zachodnim. Zastosowana w pracy graficzna metoda interpretacji wyników w formie hydroizoplet umożliwiła ilościową ocenę zróżnicowania uwilgotnienia gleb w wybranych okresach czasu. Analizę wykonano w oparciu o pomiary wilgotności sondą neutronową na głębokościach 15, 40, 70, i 100cm od powierzchni terenu w 12 profilach glebowych znajdujących się w trzech transektach na stoku o długości 86 i szerokości 62 metrów (rys. 1).

Wykorzystywana w pomiarach terenowych sonda neutronowa wykonana została przez Biuro Techniki Jądrowej w Warszawie z zastosowaniem źródeł

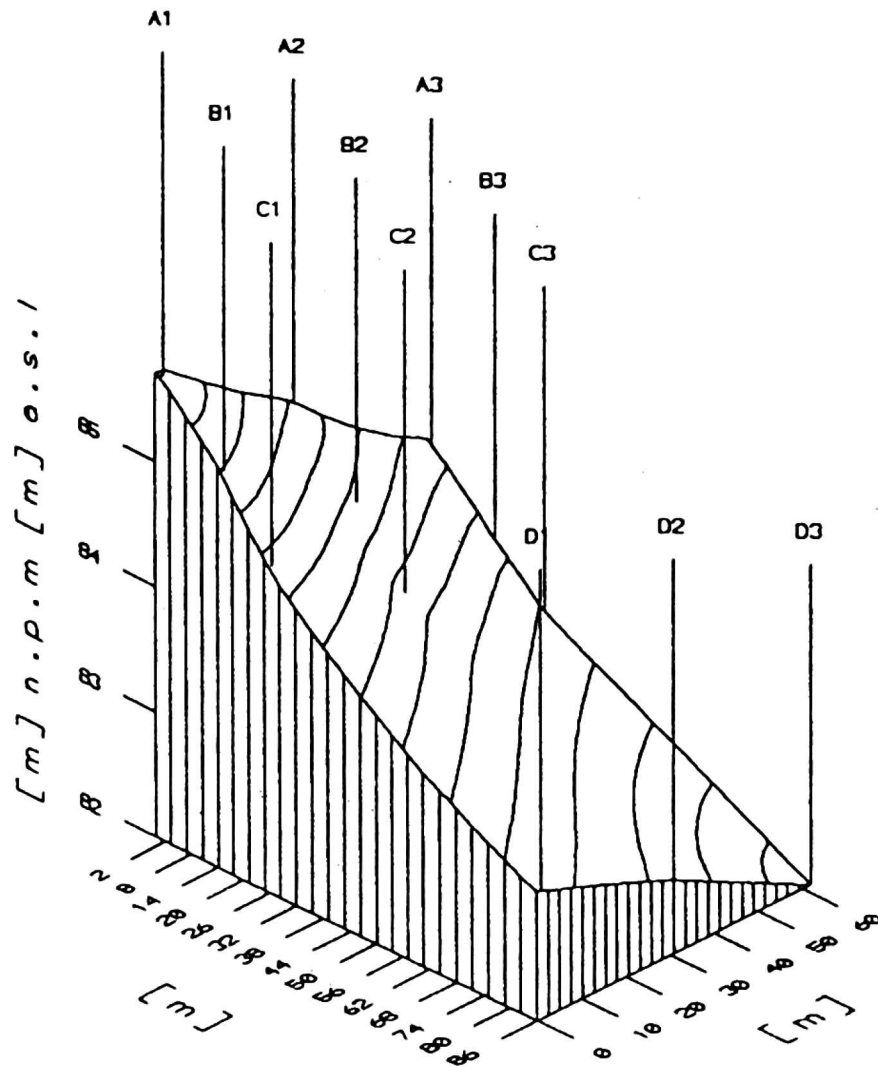
promieniowania pluton - beryl oraz fotopowielacza. Dla każdego punktu pomiarowego wykonano krzywe kalibracji. Na każdym ze stanowisk usytuowano również studzienki do pomiaru położenia zwierciadła wód gruntowych. Transekt pierwszy stanowiły stanowiska A1, B1, C1, D1, drugi A2, B2, C2, D2 i trzeci odpowiednio A3, B3, C3, D3. Spadek pomiędzy stanowiskiem najwyższym i najniższym położonym w transekcie pierwszym wynosił 31,1‰, w transekcie drugim 26,9‰, i w transekcie trzecim 23,8‰. Pomiary wilgotności gleby oraz głębokości wody gruntowej prowadzono w okresie wegetacyjnym roku 1997 w odstępach dwutygodniowych. Pomiary codziennych opadów prowadzono we własnym posterunku opadowym znajdującym się na obiekcie. W niniejszej pracy szczegółową analizę przestrzennej dynamiki uwilgotnienia przeprowadzono dla 2 dni okresu wegetacyjnego: 9 lipca po intensywnych opadach deszczu oraz 29 sierpnia w dniu poprzedzonym 22 dniowym okresem bezopadowym.

Wyniki badań

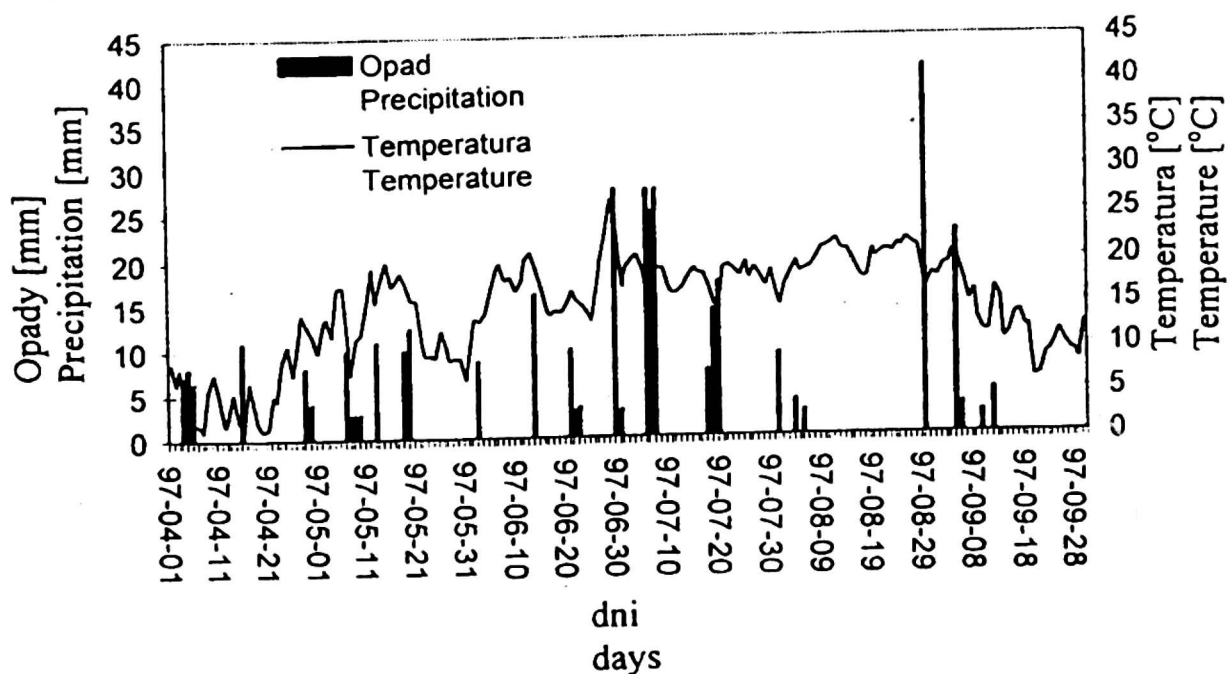
Rok hydrologiczny 1996/97 pod względem opadów zaliczono do mokrego z sumą opadów zmierzonych wynoszącą 538 mm, większą od średniej z wielolecia 1988-1997 o 57 mm. Okres wegetacyjny tegoż roku (rys. 2) uznano również jako mokry z sumą opadów wynoszącą 382 mm, większą od średniej o 84mm. Okres wegetacyjny charakteryzował się dużą nierównomiernością występowania dni z opadami i dużą ich koncentracją w krótkich okresach czasu oraz kilkoma okresami bezopadowymi trwającymi powyżej 12 dni. Największe nasilenie opadów nastąpiło pomiędzy 30 czerwca a 7 lipca. Suma opadów zmierzonych wyniosła wtedy 112 mm, z czego 82 mm deszczu spadły w trzech dniach: 5, 6 i 7 lipca. Okresy bezopadowe w miesiącach okresu wegetacji IV-IX 1997 roku wystąpiły czterokrotnie. Najdłuższy, bo aż 22 dniowy wystąpił pomiędzy 8 a 28 sierpnia.

Średnia temperatura w roku hydrologicznym 1996/97 wynosiła 8°C i była niższa od średniej z wielolecia o 0,3°C, w okresie wegetacyjnym wyniosła odpowiednio 14,3°C i była równa średniej z wielolecia.

Analizie poddano dwa dni w okresie wegetacyjnym, w których prowadzone były pomiary wilgotności gleby oraz położenia zwierciadła wód gruntowych. Dzień 9 lipca wybrano ze względu na wysokie opady (82mm), które wystąpiły dwa dni wcześniej, natomiast dzień 29 sierpnia ze względu na poprzedzający 22 dniowy okres bezopadowy.



Rys. 1 Lokalizacja punktów pomiarowych.
 Fig. 1 The scheme of measurements.



Rys. 2 Przebieg średnich dobowych temperatur powietrza i wysokości opadów zmierzonych w okresie wegetacji (IV-IX) 1997 roku.
 Fig. 2 Daily average air temperature and precipitation during vegetation period (IV-IX) in 1997.

Na podstawie zróżnicowania cech morfologicznych profili glebowych na analizowanym obszarze wyodrębniono 4 zespoły glebowe [Marcinek i in. 1990]. Zespół gleb płowych typowych (stanowiska A1, A2, A3, B2, C1), gleby rdzawe (B1, B3, C2), gleby płowe gruntowo - glejowe (C3, D1) oraz czarne ziemie (D2, D3). W warstwie wierzchniej rozpatrywanego obszaru (do 30 cm od powierzchni terenu) na stanowiskach znajdujących się w górnej partii stoku (rys. 1) dominuje piasek słabogliniasty. Na obszarze znajdującym się poniżej dominuje piasek gliniasty lekki. Jedynie w pobliżu stanowiska D3 w wierzchniej warstwie występuje piasek gliniasty mocny. W warstwie poniżej 50 cm od powierzchni terenu na stanowiskach znajdujących się na wierzchołkach stoku (A1, A2, A3) dominują piaski gliniaste lekkie przechodzące w głębszych warstwach w piaski gliniaste mocne. W miarę posuwania się w dół stoku piaski gliniaste przechodzą w gliny lekkie (D1), gliny piaszczyste (D2, C3) aż do glin ciężkich (D3). Współczynniki infiltracji ustalonej powierzchniowej oznaczone metodą podwójnych cylindrów wahały się na wierzchołkach zbocza od 7,8 cm/h na stanowisku A3 do 9,3 cm/h na stanowisku A1, natomiast w środkowej partii zbocza pomiędzy 5,3 cm/h (B2) i 6,3 cm/h (B3). Na stanowiskach najniżej w położonym terenie n.p.m. wahały się odpowiednio od 1,4 cm/h (D3) do 2,2 cm/h na stanowisku D2. Współczynniki perkolacji zmierzonej na głębokości 35 cm wahały się: na stanowiskach zlokalizowanych na wierzchołkach zbocza od 4,8 cm/h na stanowisku A1 do 7,8 cm/h, na stanowisku A3, w środkowej partii zbocza od 4,2 cm/h (B2) do 6,2 cm/h (B3), natomiast na stanowiskach położonych najniżej od 1,1 cm/h (D3) do 1,9 cm/h na stanowisku D2.

Rysunek 3 w części A przedstawia obliczone średnie położenie zwierciadła wody gruntowej w cm od powierzchni terenu dla roku hydrologicznego 1996/97, część B i C ilustruje układ zwierciadła wód gruntowych w wybranych charakterystycznych dniach odpowiednio: 9 lipca i 29 sierpnia 1997 roku. Średnie roczne zwierciadło wód gruntowych w roku hydrologicznym 1996/97 kształtowało się od 320 cm (stanowisko A1) do 60 cm (D3) poniżej powierzchni terenu. Po intensywnych opadach w początkowych dniach lipca wyraźnie poziom wód gruntowych podniósł się w najniżej położonej części analizowanego obszaru (rys. 3, część B). W części górnej obszaru zmiany nie były tak zdecydowane. Ta sytuacja wynika ze średniej odległości zwierciadła wód gruntowych od powierzchni terenu. Ponieważ pomiar prowadzono 2 dni po opadach, woda na stanowiskach położonych w wyższych partiach stoku nie dotarła w pełni do wód gruntowych. Po długim okresie bezopadowym (rys. 3, część C) można zaobserwować, że największe obniżenie poziomu wód gruntowych nastąpiło u podnóża stoku a najmniejsze na wierzchołkach. Porównując na przykład hydroizochietę o wartości 130 cm w dniu 9.07. i 29.08. można zauważyć, że w sierpniu znajduje się ona o przeszło 50 m niżej niż w lipcu (przy stanowisku D1). Na rysunku 4 w części A, wykorzystując

program SURFER [Tański 1992, Pietras 1992], metodą interpolacyjną punktową krigingu przedstawiono hydroizoplety w dniu 9 lipca w poszczególnych płaszczyznach poziomych (głębokość 15, 40, 70 i 100cm), które obrazują przestrzenny rozkład uwilgotnienia gleby na analizowanej powierzchni (5160m²).

W części B przedstawiono częstotliwość występowania uwilgotnienia gleby na płaszczyznach poziomych na głębokościach 15, 40, 70 i 100 cm od powierzchni terenu.

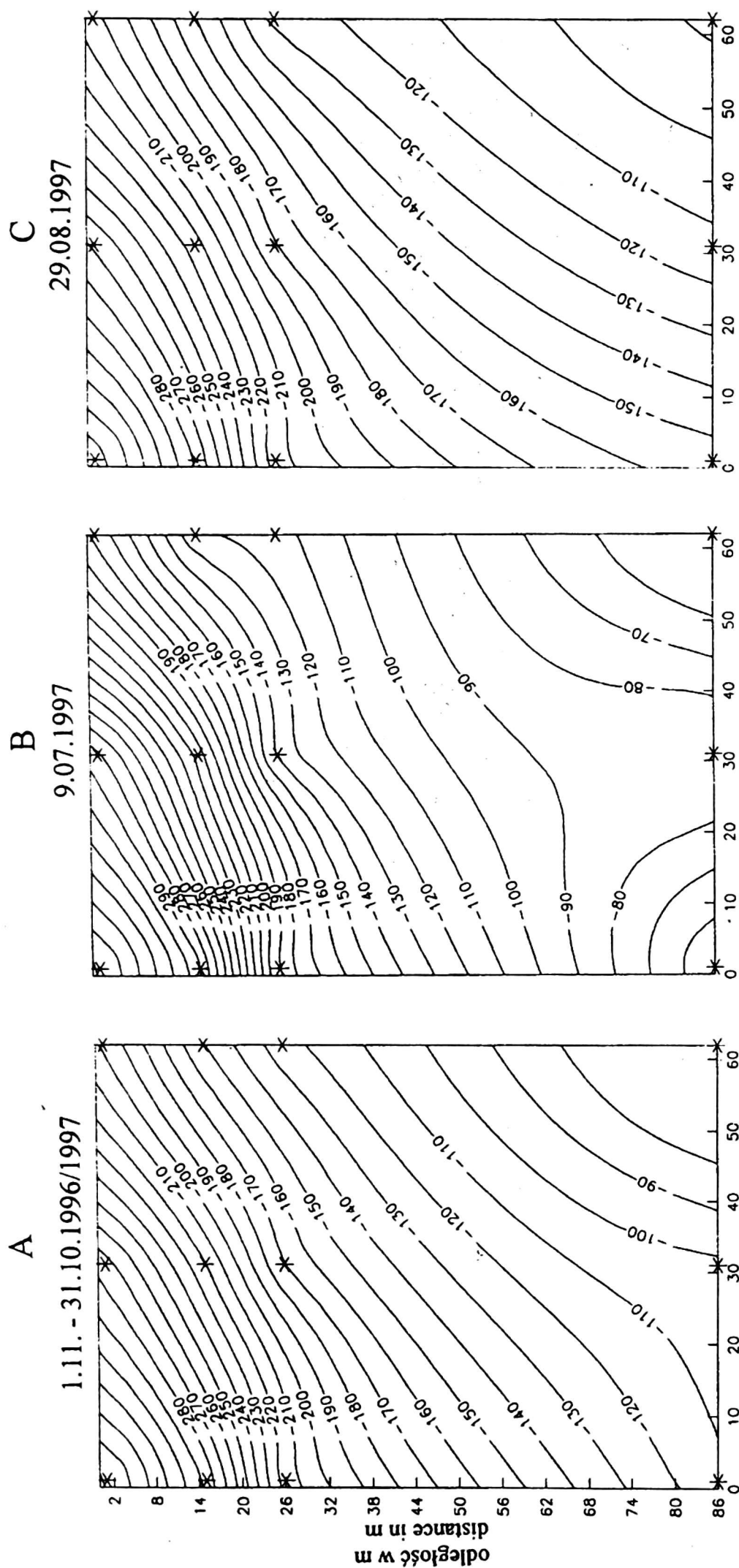
Na rysunku 5 przedstawiono analogicznie wartości i ich wzajemne zależności dla dnia 29 sierpnia. Oba rysunki dają obraz przestrzennego rozkładu uwilgotnienia gleb w warunkach okresu mokrego i suchego.

Analizując przedstawioną dynamikę wilgotności badanych gleb można zauważyć, że na głębokości 15 cm od powierzchni terenu w dniu 9.07. około 50% wyników pomiarów wahało się w przedziale wilgotności pomiędzy 12 a 16% objętościowych i około 30% w przedziale pomiędzy 16 a 20% obj. W dniu 29.08. aż około 60% znajdowało się w przedziale od 4 do 8%, a 40% w przedziale uwilgotnienia pomiędzy 8 a 12% objętościowych.

Na głębokości 40 cm w dniu 9.07. uwilgotnienie gleby zawierało się w dwóch przedziałach: pomiędzy 12 a 16% (50%) i 16 a 20% obj. (48%). Po okresie bezopadowym wystąpiło wyraźne przesunięcie w głębsze warstwy profilu: około 20% znajdowało się w przedziale wilgotności pomiędzy 4 a 8% obj., 40% pomiędzy 8 a 12, 20% pomiędzy 12 a 16 i około 10 pomiędzy 16 a 20% obj.

Na głębokości 70 cm w lipcu uwilgotnienie zawierało się w 5 przedziałach: pomiędzy 12-18 a 28-32%, przy czym największa ilość pomiarów znajdowała się w przedziale 18-20% (35%). W sierpniu uwilgotnienie również zawierało się w pięciu przedziałach tyle tylko, że obniżyło się o jeden przedział i właśnie ich największa ilość znajdowała się w przedziale 8-12% (36%).

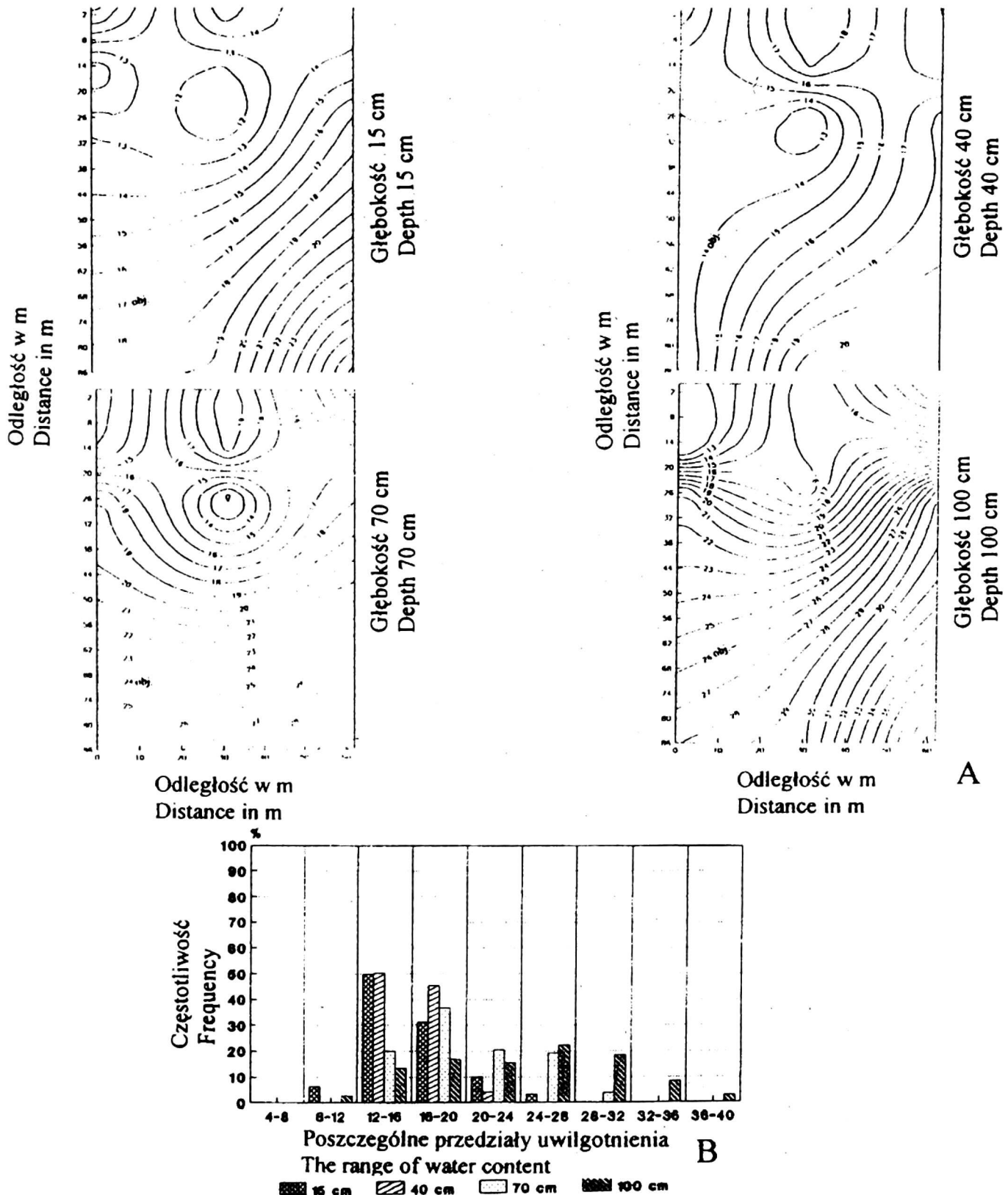
Analizując rozkład wilgotności na głębokości 100 cm należy zauważyć, że praktycznie występowały wszystkie przedziały wilgotności oprócz przedziału 4-8%, zarówno w mokrym lipcu jak i w suchym sierpniu, przy czym w pierwszym przypadku największa ilość pomiarów była w przedziale 24-28% (22%) a w drugim w przedziale 8-12% (23%).



* - Punkty pomiarowe
* - Points of measurement

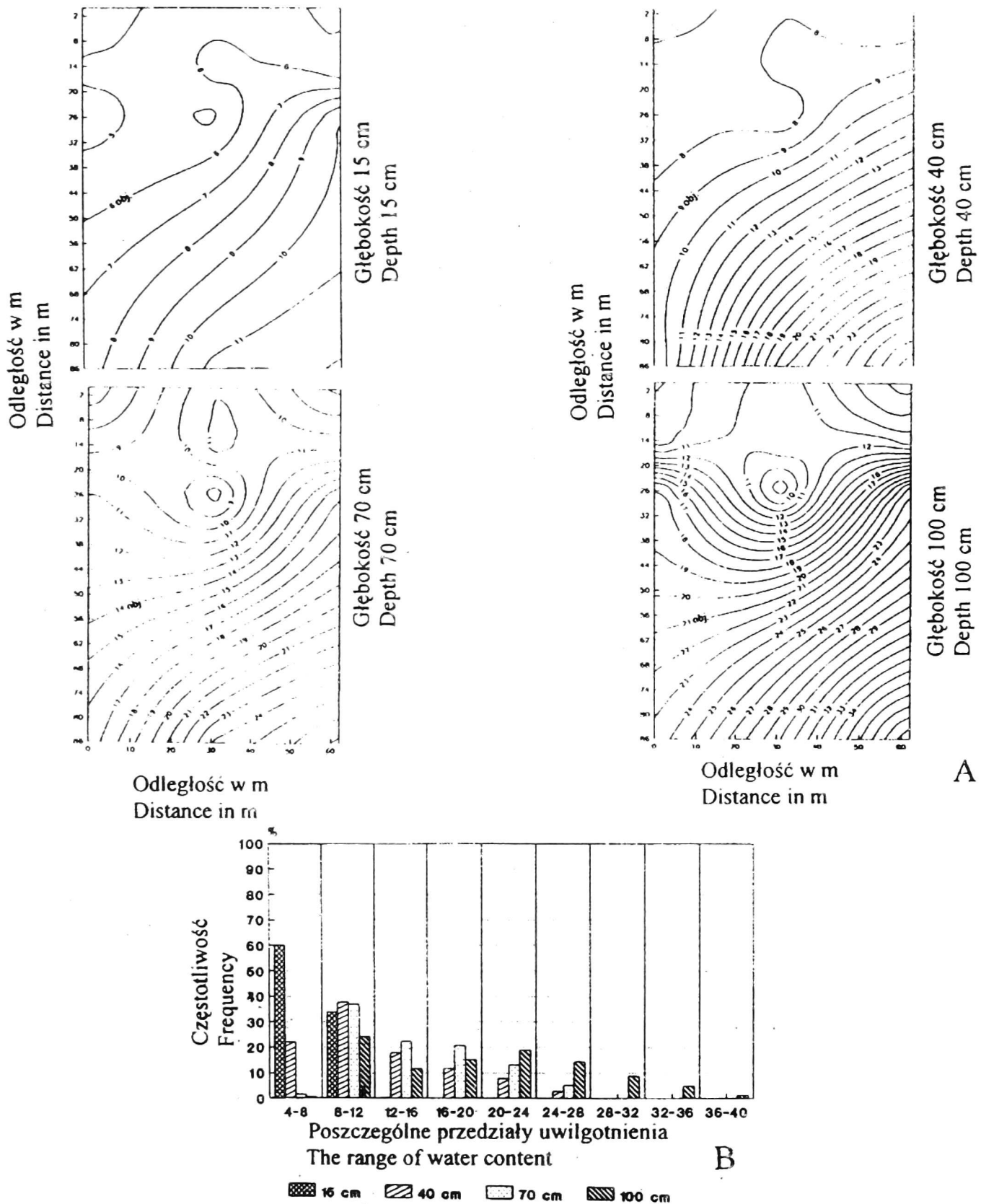
Rys. 3 Przebieg średnich rocznych stanów wody gruntowej w roku hydrologicznym 1996/97 (A) oraz jej stan w dniu 9.07.1997 (B) i 29.08.1997 (C) w cm od powierzchni terenu.

Fig. 3 Yearly average ground water table in hydrological year 1996/97 (A) and ground water table on 9.07.1997 (B) and 29.08.1997 (C) in cm below soil surface.



Rys. 4 Część A - Hydroizoplety obrazujące przestrzenny rozkład uwilgotnienia (%) w płaszczyznach poziomych na głębokościach 15, 40, 70 i 100 cm w dniu 9.07.1997. Część B - Częstotliwość występowania uwilgotnienia gleby (w poszczególnych przedziałach uwilgotnienia w % objętościowych) w płaszczyznach poziomych na głębokościach 15, 40, 70 i 100 cm w dniu 9.07.1997.

Fig 4. Part A - Hydroisoplethic illustrated spatial distribution of water content in volumetric % in the same level on the depths 15, 40, 70 and 100 cm of day 9.07.1997. Part B - The frequency of water content in soil (in the range of water content in vol. %) in different depths 15, 40, 70 and 100 cm on day 9.07.1997.



Rys. 5 Część A - Hydroizoplety obrazujące przestrzenny rozkład uwilgotnienia (%) w przekrojach poziomych na głębokościach 15, 40, 70 i 100 cm w dniu 29.08.1997. Część B - Częstotliwość występowania uwilgotnienia gleby (w poszczególnych przedziałach uwilgotnienia w % objętościowych) w płaszczyznach poziomych na głębokościach 15, 40, 70 i 100cm w dniu 29.08.1997.

Fig. 5 Part A - Hydroisoplethic illustrated spatial distribution of water content in volumetric % in the same level on the depths 15, 40, 70 and 100 cm of day 29.08.1997. Part B - The frequency of water content in soil (in the range of water content in vol. %) in different depths 15, 40, 70 and 100 cm on day 29. 08. 1997.

Podsumowanie i wnioski

Wykonane badania i analizy wykazały największe przesuszenie na głębokości 15cm i to zarówno w górnej części stoku (gleby płowe typowe, gleby rdzawe) jak i w dolnej (gleby płowe gruntowo-glejowe, czarne ziemie). Na głębokościach 40, 70 i 100 cm obserwowano również zmiany przy czym największe i najbardziej widoczne były zawsze na głębokości 40cm od powierzchni terenu (górną część stoku). Mniejsze i mniej widoczne wahania zmian na analizowanym obszarze w dolnej części stoku są niewątpliwie związane z wyższym poziomem wód gruntowych a tym samym z większą możliwością podsiąku kapilarnego do wyżej wymienionych warstw. Przeprowadzona analiza dynamiki zmian wilgotności wykazała wyraźne tendencje do przesuszenia wierzchnich warstw gleby położonych na wierzchowinach. Stwierdzono także widoczny wpływ podsiąku kapilarnego na czynną warstwę gleby na obszarze obniżen terenowych.

Literatura

- [1] Feddes R., Kabat P., Bakel P. van J.T., Bronswijk J.B., Halbertsma J., 1988. *Modeling soil water dynamics in the unsaturated zone - state of the art*. J. Hydrol. 100: 69-111.
- [2] Foroud N., Lynch D., Entz T., 1993. *Potato water content impact on soil water measurement by neutron meter*. Plant and Soil, 148: 101-106.
- [3] Germann P., Beven K., 1981. *Water flow in macropores. An experimental approach*. J. of Soil Sci., 32: 1-13.
- [4] Kosturkiewicz A., Szafranski Cz., 1983. *Spyły powierzchniowe i podpowierzchniowe w bilansie wodnym gleby*. PTPN Pr. Komis. Nauk. Rol. i Leś., 55:127-144.
- [5] Marcinek J., Komisarek J., Spsychalski M., 1990. *Obieg wody w mikrozelewni rolniczej*. W. „Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym”. Wyd. nauk. UAM, Pozn.: 69-96.
- [6] Pietras F., 1992. *Kryging*. Informator IMUZ Falenty: 153-156.
- [7] Przybyła Cz., Kozaczyk P., 1994. *Bilanse wodne gleb deszczowanych pastwisk połowych w warunkach zróżnicowanego ukształtowania terenu*. Roczn. AR Pozn., CCLXVII: 157-165.
- [8] Przybyła Cz., Kozaczyk P., 1997. *Dynamika uwilgotnienia gleb w zróżnicowanym reliefie*. Roczn. AR Pozn. CCXCII, Melior. Inż. Środ. 18: 77-90.
- [9] Przybyła Cz., Kozaczyk P., 1997. *Wpływ ukształtowania terenu na dynamikę zmian uwilgotnienia deszczowanych gleb*. Roczn. AR Pozn. CCXCIV Melior. Inż. Środ. 19, cz. 2.: 169-182.

- [10] Szafrński Cz., 1988. *Stany wody gruntowej na tle ukształtowania meliorowanego terenu*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln. s359.
- [11] Schmugge T., Jackson T., Mckim H., 1980. *Survey of methods for moisture determination*. Water Resour. Res. 16: 961-970.
- [12] Tański T., 1991. *Surfer*. Wyd. PLJ, Warsz., 190ss.

Summary

The influence of land configuration on spatial variability of soil moisture. The paper presents results of field studies carried out on the experimental areas of the Department of Land Reclamation and Environment Development on the farm Sapowice. Measurements of soil moisture and ground water level in different hipsometric conditions were performed at 12 sites situated on the slope, on two days in the vegetation period: after intensive precipitation (July 9th, 1997) and after a dry period (August 29th, 1997). The results have shown a significant dryness of the soil layer at the depth of 15 cm, both on the top and at the bottom of the slope, as well as evidenced the influence of ground water on the supply through the capillary rise of deeper layers, in particular those at the bottom of the slope.

Czesław Przybyła

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska

Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

ul. Wojska Polskiego 71E, 60-625 Poznań