

Ocena właściwości hydraulicznych gleby torfowo-murszowej o średnim stopniu zmurszenia

Wprowadzenie

Odwodnienie gleb torfowych jest przyczyną powstania w nich niekorzystnych procesów, takich jak: osiadanie, kurczenie się oraz mineralizacja. W konsekwencji prowadzi to do zmiany podstawowych właściwości fizycznych, chemicznych i retencyjno-wodnych. Poznanie procesu kurczenia oraz określenie wartości współczynnika filtracji gleb torfowo-murszowych daje podstawy do odpowiedniego gospodarowania wodą w celu ograniczenia wpływu niekorzystnych procesów na właściwości gleby.

W prezentowanej pracy podjęto próbę oceny wartości współczynnika filtracji, jego zmienność w czasie i przestrzeni przy zastosowaniu różnych metod pomiarowych oraz przedstawiono opis charakterystyki procesu kurczenia dla gleby torfowo-murszowej o średnim stopniu zmurszenia, na przykładzie wybranej kwatery nawadnianej z obiektu Kuwasy, która może być pomocna do wyjaśnienia zmienności wartości współczynnika filtracji w czasie.

Materiał i metody badań

Do szczegółowych badań wytypowano glebę torfowo-murszową o średnim stopniu zmurszenia z kwatery 29 obiektu Kuwasy II, wykorzystywaną jako trwałe użytki zielone. Na podstawie opisu odkrywki glebę sklasyfikowano jako torfowo-murszową

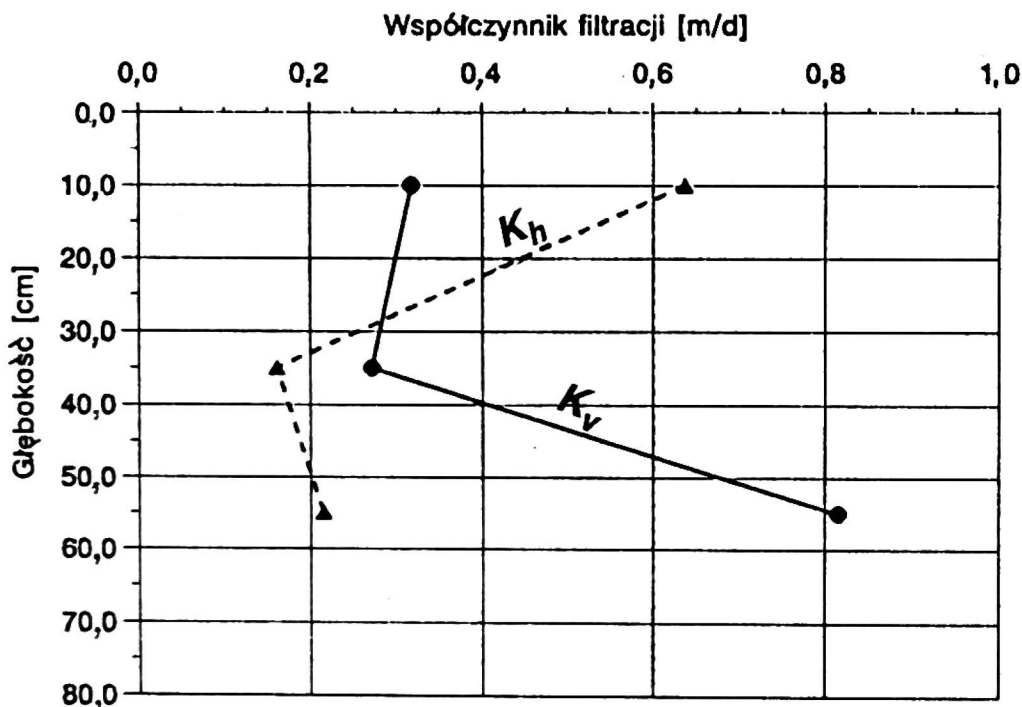
wytworzoną z torfu drzewno-szuwarowego o średnim stopniu zmurszenia w wierzchniej warstwie, podścieloną torfem silnie rozłożonym (Mt II cc).

Określenie wartości współczynnika filtracji w warunkach polowych wykonano metodą studzienkową i zestawem Guelph (Reynolds i Elrick 1985). Wartości współczynnika filtracji w warunkach laboratoryjnych określono za pomocą aparatu Ostromeckiego oraz aparatu Wita.

W celu scharakteryzowania procesu kurczenia w glebie torfowo-murszowej wykorzystano metodę otoczenia próbek glebowych roztworem żywicy syntetycznej Saran Resin (Brasher i in. 1966). W metodzie tej wykonuje się pomiar zmiany objętości próbki przez zanurzenie jej w wodzie. Żywica syntetyczna pełni rolę półprzepuszczalnej membrany wokół próbki gleby, która jest przepuszczalna dla odparowującej wody, a nieprzepuszczalna dla wody w przypadku zanurzenia próbki.

Wyniki pomiarów i ich analiza

Analiza pomiarów współczynnika filtracji metodą Ostromeckiego. W odkrywce glebowej na kwaterze 29 wykonano pomiar wartości współczynnika filtracji w kierunku pionowym (K_v) i poziomym (K_h). Wyniki pomiarów przedstawiono na rysunku 1. Analizując pomierzone wartości współczynnika filtracji można zauważyć, że w warstwie przypowierzchniowej (5–15 cm) występują



RYSUNEK 1. Wyniki pomiarów współczynnika metodą Ostromeckiego w kierunku pionowym (K_v) oraz w kierunku poziomym (K_h)

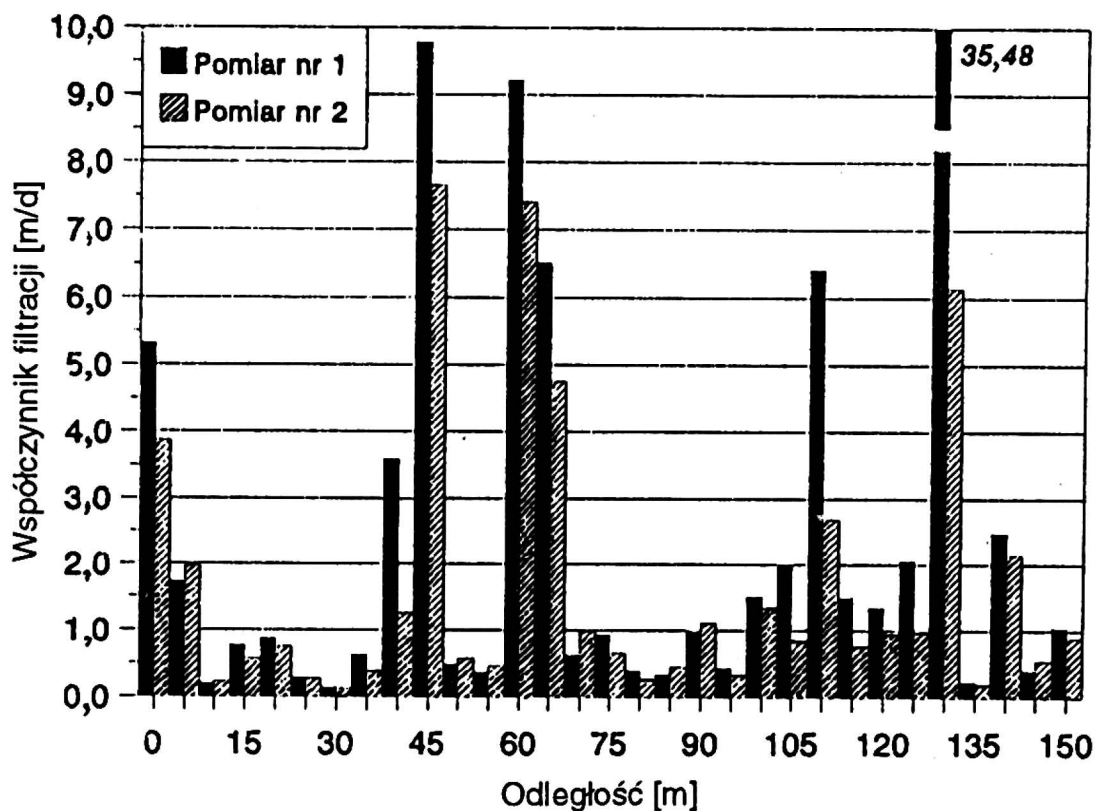
wyższe wartości współczynnika filtracji w kierunku poziomym niż w kierunku pionowym, stosunek tych wartości wynosi 2:1. W głąb profilu stosunek ten maleje. Na głębokości ok. 30 cm wartości współczynników w kierunku poziomym i pionowym są już identyczne. W głębszych warstwach współczynnik filtracji w kierunku pionowym osiąga czterokrotnie większą wartość niż współczynnik filtracji w kierunku poziomym. Analizując dolną część wykresu można spodziewać się wzrastających wartości współczynnika filtracji w kierunku pionowym wraz ze wzrostem głębokości profilu.

Rozważając powyższe wartości współczynników filtracji i ich wzajemne relacje można stwierdzić, że proces murszenia w górnych warstwach przyczynia się do wzrostu wartości współczynników filtracji w kierunku poziomym.

Analiza pomiarów współczynnika filtracji metodą studzienkową. Pomiar współczynnika filtracji metodą studzienkową przeprowadzono w przekroju pomiarowym zlokalizowanym między dwoma rowami na kwarterze 29 na obiekcie Kuwasy II. Pomiar wykonywano w odległości co 5 m, wzdłuż

przekroju pomiarowego długości 150 m, ogółem wykonano 31 pomiarów. Pomiar wykonywano w dwóch różnych terminach 20 VIII 1993 (pomiar 1) i 20 X 1993 (pomiar 2). Pomiar obejmował warstwę gleby o miąższości ok. 50 cm (od 30 do 80 cm pod powierzchnią terenu). Wyniki pomiarów przedstawiono na rysunku 2 i w tabeli 1.

Z przeprowadzonej analizy wartości współczynnika filtracji przedstawionych na rysunku 2 wynika, że nie wykazują one zmienności systematycznej, która polega na stopniowej zmianie właściwości gleby jako funkcji odległości pomiędzy kolejnymi punktami badawczymi. Rozpatrywane wartości w przekroju pomiarowym nie wykazują tendencji opisywanych w literaturze przez Lishtvana i innych (1989), którzy stwierdzili, że w pobliżu rowów obserwuje się mniejsze wartości współczynnika filtracji, przy czym jego wartości stopniowo wzrastają w kierunku środka łąnu. Dane pomiarowe wskazują, że wartości współczynnika filtracji mierzone 20 X 1993 r. (pomiar nr 2) są generalnie niższe od wartości mierzonych 20 VIII 1993 r. (pomiar nr 1), co może być związane z pęcznieniem torfu w okresie jesiennym.



RYSUNEK 2. Wyniki pomiarów współczynnika filtracji metodą studzienkową wzdłuż przekroju pomiarowego

TABELA 1. Podstawowe miary statystyczne pomierzonych wartości współczynnika filtracji metodą studzienkową

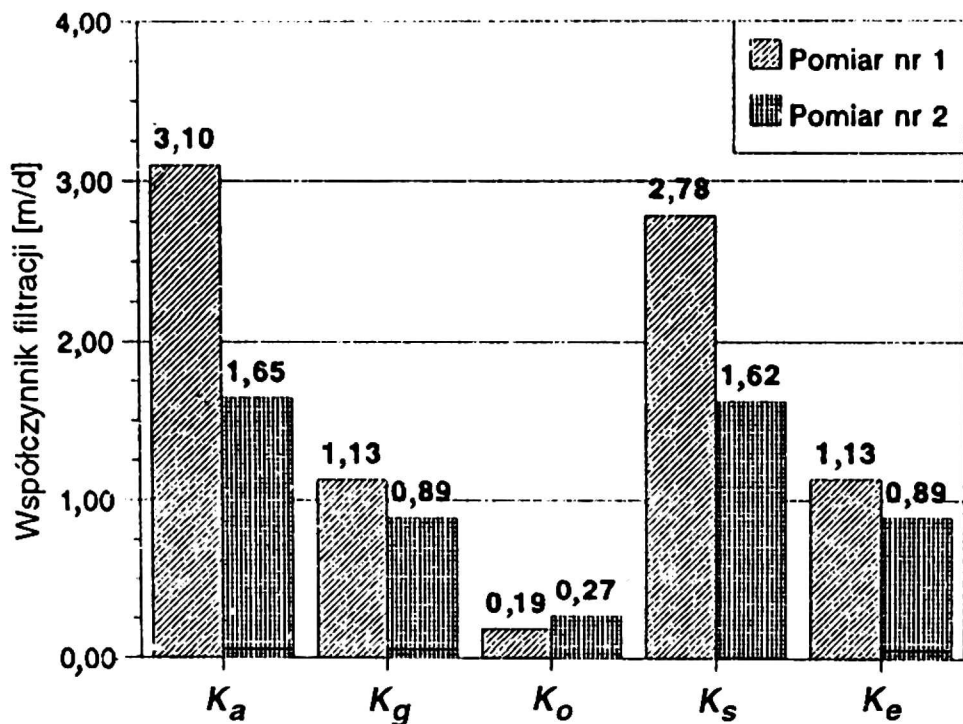
Zmienna	Jednostki	Pomiar nr 1	Pomiar nr 2
Liczebność próby (n)		31	31
Średnia arytmetyczna (K_a)	m/d	3,1037	1,647
Minimum	m/d	0,117	0,119
Maksimum	m/d	35,485	7,646
Średnia geometryczna (K_g)	m/d	1,135	0,893
Odchylenie standardowe (σ)	m/d	6,535	2,096

W celu porównania pomierzonych wartości współczynnika filtracji w dwóch terminach posłużono się analizą wariancji, która umożliwiła zbadanie wpływu czynnika lub czynników na wartość badanej cechy zakładając, że ma ona normalny rozkład prawdopodobieństwa (Oktaba 1986). W tym celu przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (czynnik – termin pomiaru, cecha – współczynnik filtracji) po wcześniejszym znormalizowaniu rozkładu.

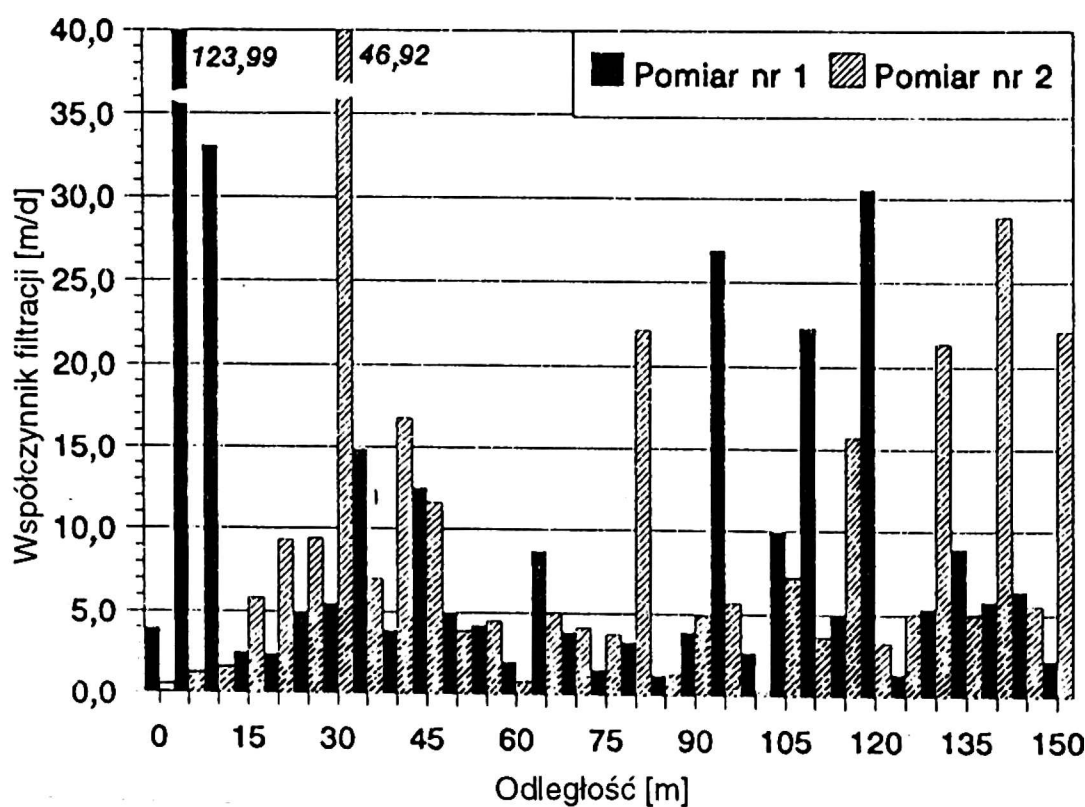
Na podstawie analizy wariancji stwierdzić można z prawdopodobieństwem 55%, że średnie wartości współczynnika filtra-

cji z dwóch różnych terminów nie różnią się między sobą. Zestawienie obliczonych wartości: średniej arytmetycznej (K_a), średniej geometrycznej (K_g), średniej (K_s), mody (K_o) i mediany (K_e) przedstawiono na rysunku 3.

Analiza laboratoryjnych pomiarów współczynnika filtracji metodą Wita. Podczas dwukrotnego pomiaru współczynnika filtracji w warunkach polowych pobrano próbki gleby z głębokości 25–30 cm. Wyniki pomiaru nr 1 (okres letni) i pomiaru nr 2 (okres jesienny) przedstawiono na rysunku 4. Z przeprowadzonej analizy wartości współ-



RYSUNEK 3. Obliczone wartości średniej: arytmetycznej (K_a), geometrycznej (K_g), mody (K_o), średniej (K_s) i mediany (K_e) w poszczególnych terminach pomiarowych



RYSUNEK 4. Wyniki pomiaru współczynnika filtracji metodą Wita

czynnika filtracji wynika, że nie wykazują one zmienności systematycznej, która polega na stopniowej zmianie właściwości hydraulicznych gleby jako funkcji odległości pomiędzy kolejnymi punktami badawczy-

mi. Dane pomiarowe wskazują, że wartości współczynnika filtracji pomierzone w okresie letnim (pomiar nr 1) są wyższe od pomierzonych w okresie jesiennym (pomiar nr 2). W celu porównania pomierzonych

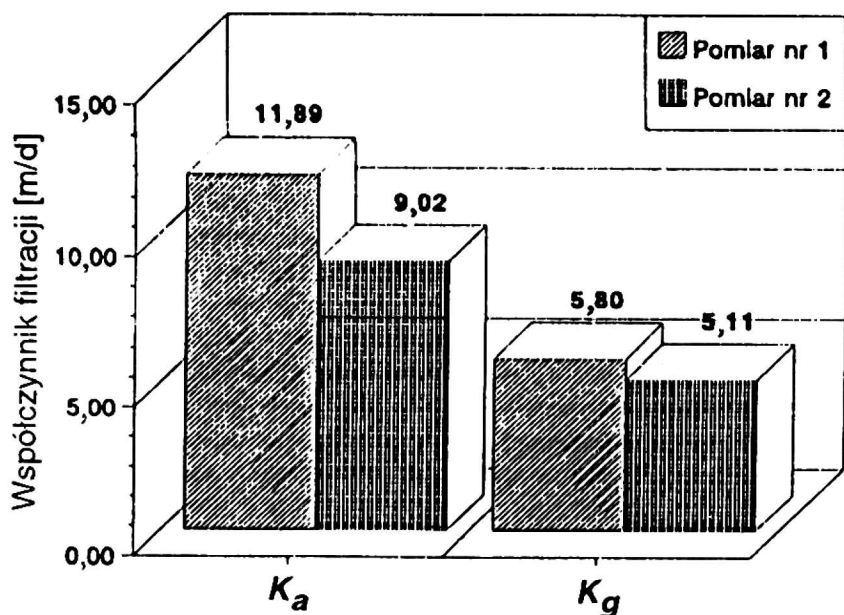
wartości współczynnika filtracji w dwóch terminach posłużono się dwuczynnikową analizą wariancji. Jednym czynnikiem był termin pomiaru, drugim – lokalizacja punktu pomiaru. Na podstawie wyników analizy wariancji dwuczynnikowej wartości współczynnika filtracji z dwóch różnych terminów można stwierdzić z prawdopodobieństwem 99%, że różnią się między sobą. Również wpływ lokalizacji punktu pomiarowego okazał się istotny.

Zestawienie obliczonych wartości: średniej arytmetycznej (K_a) i średniej geometrycznej (K_g) w poszczególnych terminach pomiarowych przedstawiono na rysunku 5. Wartości K_a i K_g są wyższe w okresie letnim (pomiar nr 1) od wartości pomierzonych w okresie jesiennym (pomiar nr 2).

Pomiary współczynnika filtracji metodą Wita przeprowadzono 12–13 razy dla każdej próbki. Otrzymane wyniki umożliwiły przedstawienie zmiany wartości współczynnika filtracji jako wartości względnej K_t/K_o (gdzie: K_o – początkowa wartość współczynnika filtracji, K_t – kolejne pomierzone wartości współczynnika filtracji) w czasie. Na rysunku 6a przedstawione są wyniki pomiarów wykonanych

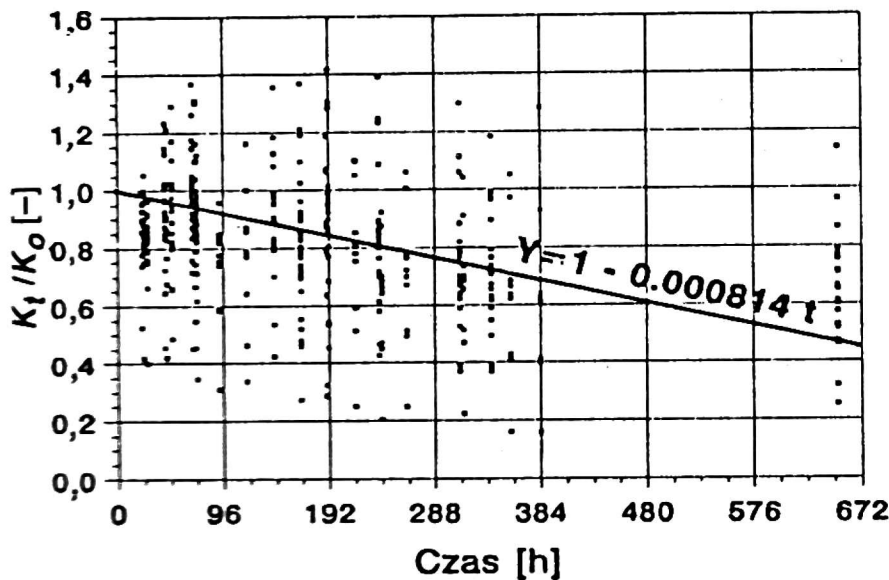
w okresie letnim. W trakcie upływającego czasu wyznaczone wartości współczynnika wyraźnie się zmniejszały. Fakt ten może wynikać ze zmian objętości gleby torfowo-murszowej wywołanej zjawiskiem jej pęcznienia. Na rysunku 6b przedstawiono wyniki pomiarów wykonanych w okresie jesiennym. Określone wartości współczynnika filtracji w czasie wykazywały tendencję wzrostową. Wzrost jego wartości może być związany z wyphukiwaniem najdrobniejszych cząstek podczas przepływu filtrującej wody.

Analiza pomiarów współczynnika filtracji zestawem Guelph. Określenie wartości współczynnika filtracji zestawem Guelph w warunkach polowych przeprowadzono 20 VIII 1993 r. Pomiary wykonywano na głębokości 25–30 cm. Wyniki pomiarów współczynnika filtracji przedstawiono na rysunku 7. Na rysunku tym brak jest wartości współczynnika filtracji w punktach badawczych zlokalizowanych w odległości 60 m i 150 m od początku przekroju pomiarowego. Punkty te wyłączono z analizy, ponieważ pomiary nie spełniały założeń teoretycznych metody (Reynolds i Elrick 1985). Z przeprowadzonej analizy wartości

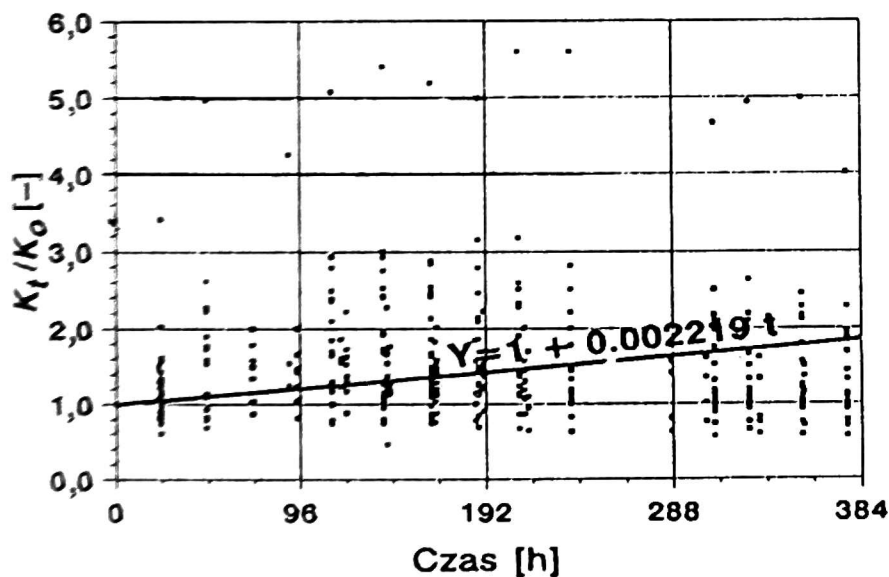


RYSUNEK 5. Obliczone wartości średniej arytmetycznej (K_a) i geometrycznej (K_g) w poszczególnych terminach pomiarowych

a Pomiar nr 1



b Pomiar nr 2



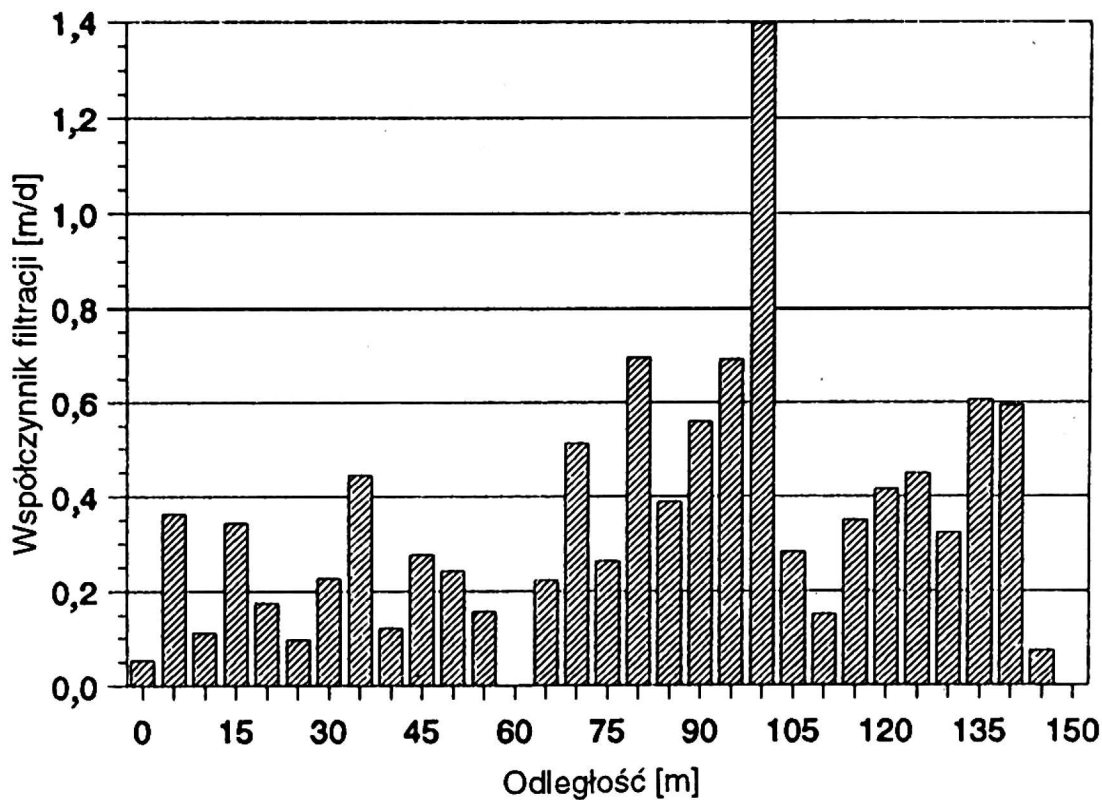
RYSUNEK 6. Zależność wartości K_t/K_o w czasie

współczynnika filtracji wynika, że nie wykazują one zmienności systematycznej w obrębie przekroju pomiarowego. Obliczone wartości średniej arytmetycznej i średniej geometrycznej dla danych z całego przekroju pomiarowego wynoszą odpowiednio: 0,365 i 0,268 m/d.

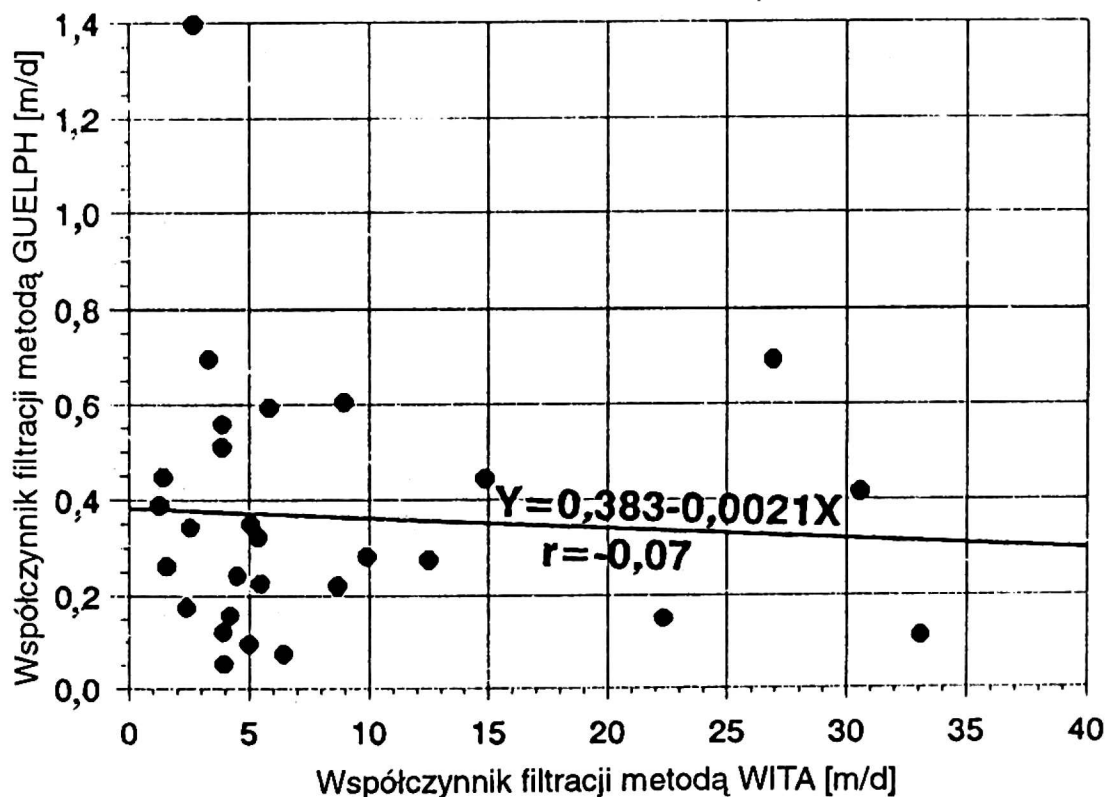
Wartości współczynnika filtracji otrzymane w wyniku pomiaru zestawem Guelph można porównać z wartościami współczynnika filtracji pomierzonymi w okresie letnim (pomiar nr 1) metodą laboratoryjną Wita. Porównanie jest w tym przypadku możliwe, gdyż pomiarami laboratoryjnymi

współczynnika filtracji objęta była ta sama warstwa gleby (25–30 cm) i obydwa pomiary były wykonywane w tym samym czasie. Porównanie wartości współczynników filtracji określonych metodą Wita i przy użyciu zestawu Guelph przedstawiono na rysunku 8.

Zestawione wartości współczynników filtracji metodą Wita i zestawu Guelph nie wykazują korelacji. Przyczynę tak dużych różnic można upatrywać w zróżnicowaniu przestrzennych warunków glebowych, jak również w nadaniu ciągłości porom glebowym podczas pobierania próbek.



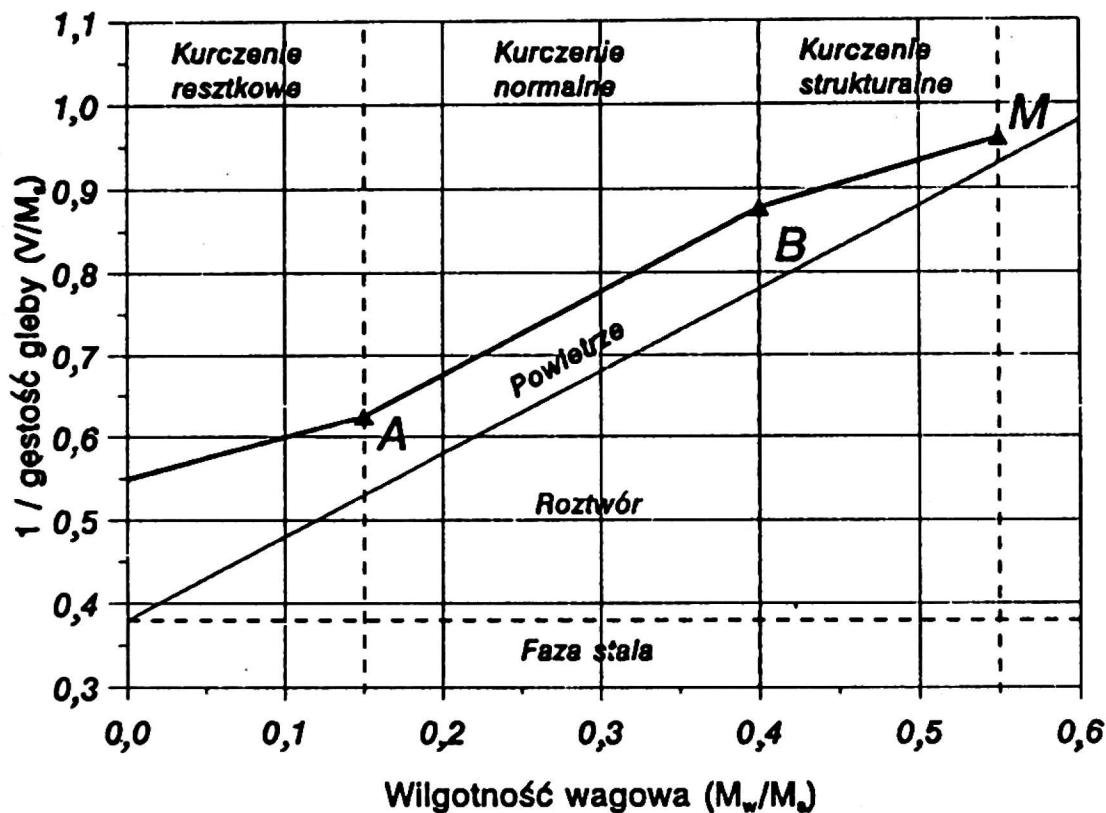
RYSUNEK 7. Wyniki pomiarów współczynnika filtracji zestawem Guelph



RYSUNEK 8. Porównanie wartości współczynnika filtracji pomierzonych metodą Wita i zestawem Guelph

Charakterystyka procesu kurczenia. Kurczenie się utworów torfowych jest skutkiem utraty wilgotności przez te gleby. W celu scharakteryzowania procesu kurczenia gle-

by dość często posługuje się krzywą kurczenia (McGarry i Malafant 1987), która wyraża zależność pomiędzy odwrotnością gęstości gleby i jej wilgotnością wagową.



RYSUNEK 9. Przykładowa krzywa kurczenia dla gliny ciężkiej (McGarry i Malafant 1987)

Przykładowy kształt krzywej kurczenia dla glin ciężkich przedstawiono na rysunku 9.

Wyróżnia się trzy charakterystyczne fazy, jakie przechodzi gleba podczas przebiegu procesu kurczenia wywołanego utratą wody przez glebę:

a) faza kurczenia strukturalnego, w której ubytek wilgotności wagowej jest znacznie większy niż odpowiadająca jej zmiana objętości próbki gleby. Wynika to z faktu, że woda odparowująca z porów glebowych o największych średnicach nie powoduje powstawania znacznych sił odpowiedzialnych za zmiany geometrii fazy stałej gleby,

b) faza kurczenia normalnego, w której ubytek wilgotności wagowej powoduje identyczną zmianę objętości,

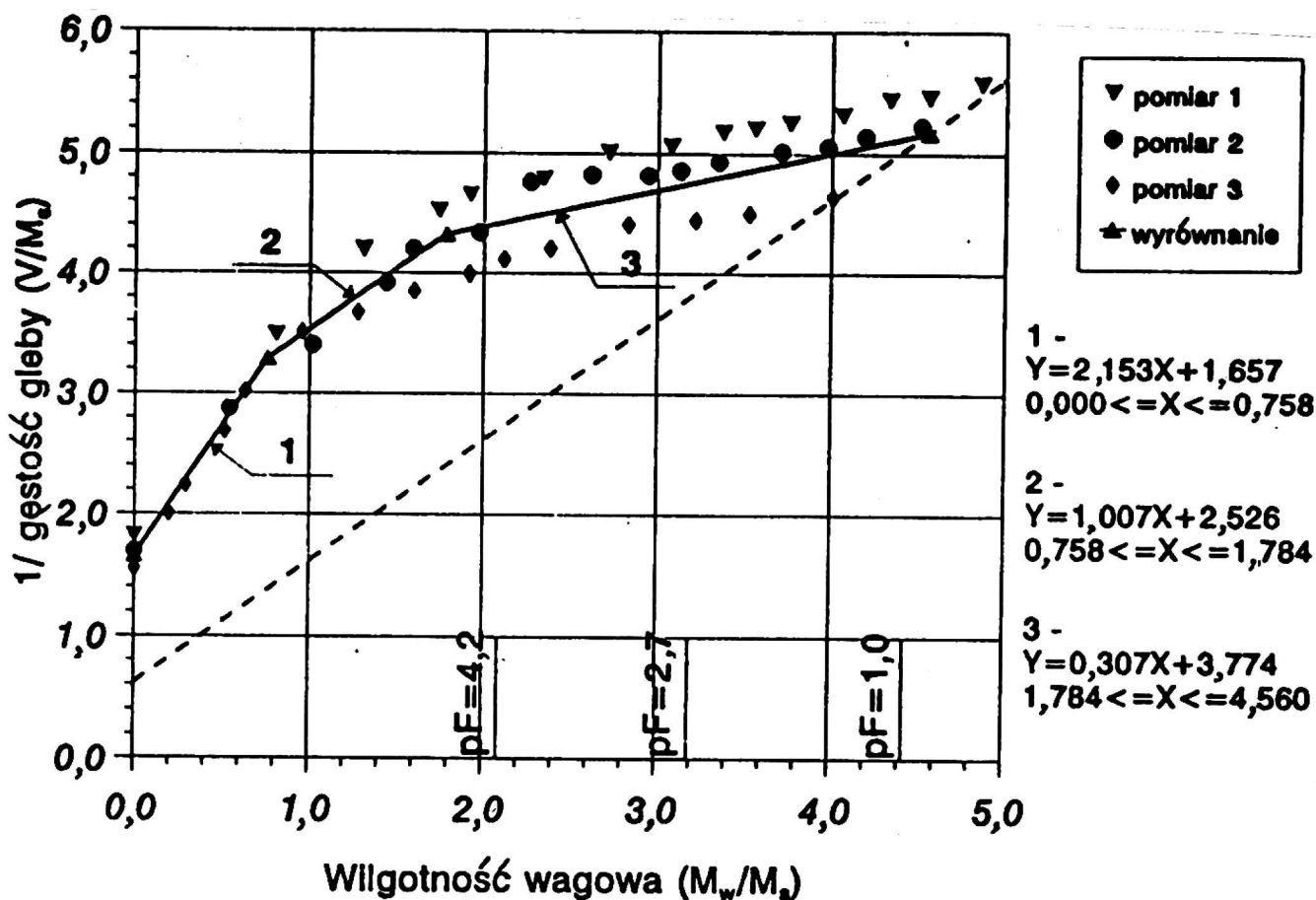
c) faza kurczenia reszkowego, w której ubytek wilgotności wagowej jest znacznie większy niż objętość próbki gleby.

W celu zbadania procesu kurczenia w glebie torfowo-murszowej z kwatery 29 pobrano próbki gleby z głębokości 25–30 cm. Na tych próbkach wykonywano systematyczne

miary zmiany objętości i ciężaru w procesie kurczenia. Z danych pomiarowych przedstawionych na rysunku 10 wynika wyraźnie, że przebieg procesu kurczenia w rozpatrywanej glebie torfowo-murszowej znacznie różni się od przebiegu tego procesu w glinach ciężkich. Wyniki pomiarów wyrównano, wykorzystując algorytm optymalizacyjny Flechtera-Reveesa (Wesseling 1983) pozwalający na wyrównanie krzywej kurczenia trzema odcinkami linii prostej. W zakresie uwilgotnienia odpowiadającego zmianie wartości pF 0,0–4,2 obserwuje się liniowy przebieg procesu kurczenia, czyli istnieje możliwość jego opisu przy użyciu równania prostej.

Wnioski

1. Przeprowadzone pomiary kurczenia się gleby torfowo-murszowej wskazują, że zjawisko to w tych glebach ma inny przebieg niż w glinach ciężkich i proces ten można opisać przy pomocy linii prostej w zakresie wilgotności spotykanych w warunkach polowych.



RYSUNEK 10. Krzywa kurczenia dla gleby torfowo-murszowej, warstwa 20–30 cm

2. Polowe pomiary współczynnika filtracji wskazują na cykliczną jego zmienność w obrębie roku, ponieważ w okresie jesiennym obserwowano nieco niższe wartości (zjawisko pęcznienia) niż w okresie letnim (zjawisko kurczenia). Jakkolwiek zmian tych nie udało się udowodnić statystycznie ze względu na dużą wariancję.

3. Wyniki pomiarów współczynnika filtracji w warunkach laboratoryjnych wskazują wyższe wartości niż wyniki pomiarów w warunkach polowych. Różnice te mogą być spowodowane anizotropią ośrodka glebowego, nadaniem ciągłości porom glebowym przy pobieraniu próbek oraz ewentualnym uszkodzeniu struktury gleby podczas pobierania próbek.

Literatura

BRASHER B. R., FRANZMEYER D. P., VALASSIS V., DAVIDSON S. E. 1966: *Use of saran resin to coat natural soil clods for bulk density and water retention measurements*. Soil Sci. 101; 108.

LISHTVAN I. I., BAZIN E. T., KOSOV V. I. 1989: *Fizyczne procesy w torfianych zaleź'ijach*. Nauka i Technika.

McGARRY D., MALAFANT K. W. J. 1987: *The analysis of volume change in unconfined units of soil*. Soil Sci. Soc. Am. J. 51; 290–297.

OKTABA W. 1986: *Metody statystyki matematycznej w doświadczałnictwie*. Warszawa, PWN.

REYNOLDS W. D., ELRICK D. E. 1985: *In-situ measurements of field – saturated hydraulic conductivity, sorptivity and the α -parameter using Guelph Permameter*. Soil Sci. 140(4); 292–302.

WESSELING J. G. 1981: *Een computerprogramma voor het bepalen van de optimale ligging van trie lijnstukken door een serie getallenparen*. Nota ICW 1113, Institute Land and Water Management Research, 34.

Summary

Estimation of the hydraulic properties in peat-moorsh soil with medium degree of moorshing. The paper presents the estimation of the saturated hydraulic conductivity values, their variability in time and space using different measuring methods for peat-moorsh soil from selected plot Kuwasy drainage-subirrigation system. The shrinkage characteristic for the considered peat-moorsh soil was also measured.

red. These measurements showed that this characteristic can be described using the straight line for soil moisture range observed at field conditions. The field measurements of saturated hydraulic conductivity showed it is periodical variation in time during the year – lower values during autumn soil swelling and higher values during summer (soil shrinking).

Author's address:

R. Oleszczuk, J. Szatyłowicz, T. Brandyk
Warsaw Agricultural University -- SGGW
ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa
Poland