

## PORÓWNANIE I WSTĘPNA OCENA PRZYDATNOŚCI METODY GRAWIMETRYCZNEJ, RADIOMETRYCZNEJ, TENSJOMETRYCZNEJ I ELEKTROMETRYCZNEJ DO BADANIA DYNAMIKI WILGOTNOŚCI GLEBY W WARUNKACH NAWODNIEŃ

*Mieczysław Trybała*

Katedra Rolniczego Użytkowania Terenów Zmeliorowanych WSR, Wrocław

### WARUNKI I METODYKA BADAŃ

W roku 1966 podjęto systematyczne badania polowe w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Swojcu celem oceny przydatności poszczególnych metod fizycznych do pomiarów wilgotności gleby dla potrzeb nawadniania. Badania były prowadzone na glebie wytworzonej z piasku słabo gliniastego na piasku luźnym w burakach cukrowych i pszenicy ozimej. W niniejszym artykule zostaną przytoczone wyniki badań w burakach cukrowych. Badania te wykonywano równocześnie na 4 obiektach wodno-nawozowych: deszczowane NPK i 4NPK oraz nie deszczowane NPK i 4NPK. Wszystkie pomiary były wykonywane w 3 powtórzeniach poletkowych.

Pomiary wilgotności wierzchniej warstwy gleby (20 – 25 cm) wykonywano równolegle wszystkimi czterema metodami, natomiast w głębszych poziomach (40, 60, 80 i 100 cm) pomiary wykonywano metodą grawimetryczną i radiometryczną. Badania grawimetryczne i radiometryczne wykonywano w odstępach dekadowych oraz 1 dzień przed deszczowaniem i 1 dzień po deszczowaniu. Pomiary tensjometryczne i elektrometryczne robiono codziennie w godzinach 8 – 9 rano. Wszystkie pomiary wykonywano przez cały okres wegetacyjny danej rośliny.

Zasady pomiarów tensjometrycznych, radiometrycznych i elektrometrycznych zostały opisane w literaturze krajowej [1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 12] i zagranicznej [3, 4, 9, 11].

### WYNIKI BADAŃ

W r. 1966 wykonywano pomiary równolegle metodą klasyczną, grawimetryczną i tensjometryczną na 4 obiektach w burakach cukrowych. W następnym roku badania rozszerzono o dalsze dwie metody (radiometryczną i elektrometryczną).



Wyniki pomiarów z lat 1966–1968 oraz opady i deszczowanie przedstawiono na wykresach (rys. 1–3). Dotyczą one miesięcy VII, VIII i IX, czyli obejmują okres największego zapotrzebowania wodnego buraków. W warunkach ekologicznych doświadczeń był to okres intensywnego deszczowania buraków cukrowych.

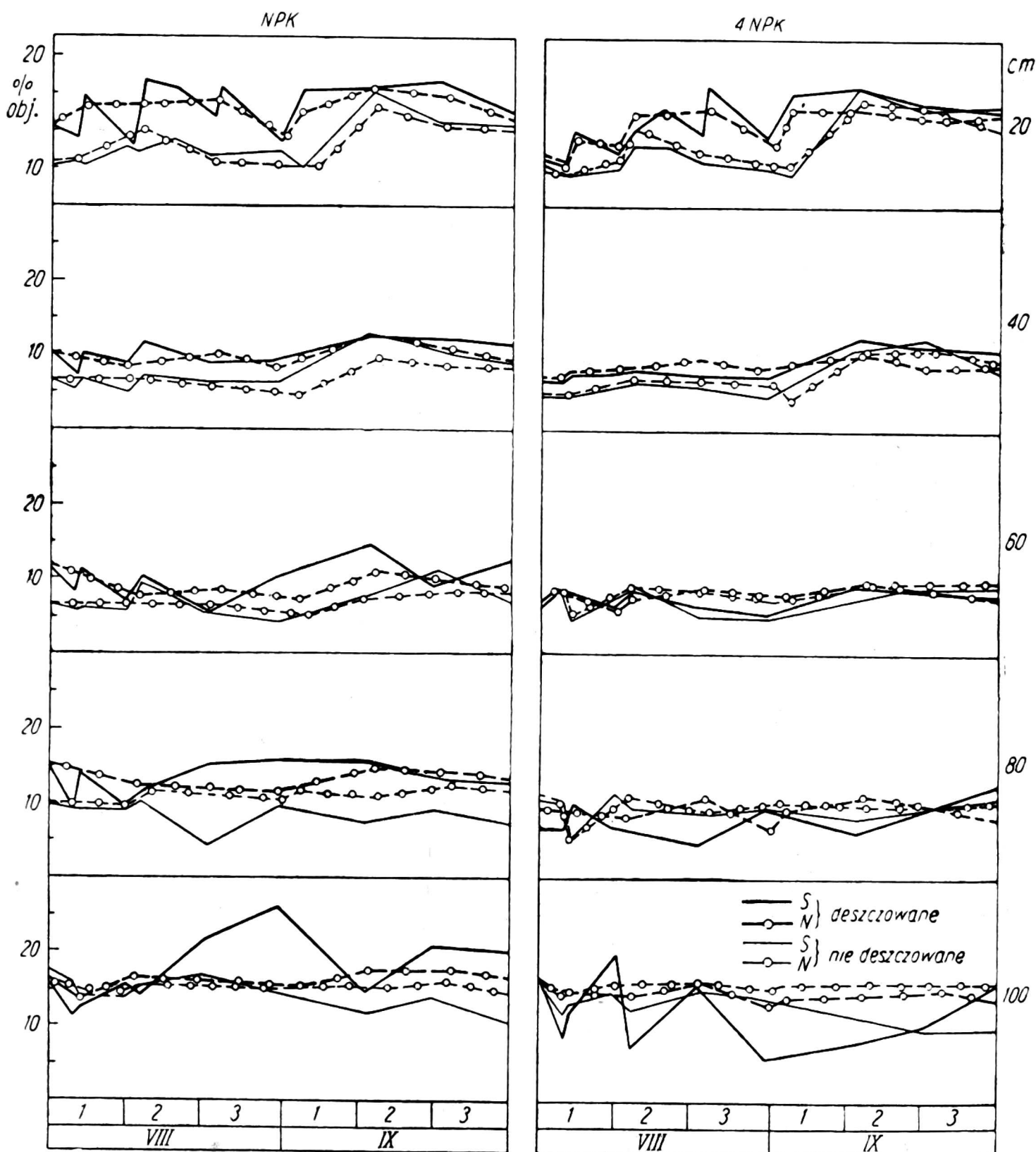
Z przebiegu krzywych przedstawiających uwilgotnienie gleby na poszczególnych obiektach w r. 1966 (rys. 1) widać, że wyniki pomiarów tymi dwoma metodami różnią się nieco między sobą. Tensjometry wykazywały znacznie większe wahania wilgotności wierzchniej warstwy gleby w porównaniu z metodą klasyczną (susząrkowo-wagową) co wiąże się z częstymi odczytami tensjometrów. Ponadto wartości uzyskane metodą tensjometryczną były przeważnie wyższe od wartości uzyskanych metodą grawimetryczną. Wiąże się to z jednej strony ze zjawiskiem histerezy, a w większym stopniu z bezwładnością tensjometrów zaś z drugiej strony z nieuniknionymi choć na ogół małymi stratami wilgoci podczas pobierania próbek przy metodzie susząrkowo-wagowej. Szczególnie bezwładność tensjometrów przy częstszych zmianach wilgotności wpływa na uzyskanie odczytów z opóźnieniem (nieraz 1–2 dni), co w dużym stopniu utrudnia a nawet czasem uniemożliwia prawidłową interpretację odczytów. W latach 1967 i 1968 pomiary wykonywano równolegle metodą grawimetryczną, radiometryczną, tensjometryczną i elektrometryczną — z trzema wariantami sond (elektrod) na tych samych poletkach, w niewielkiej stosunkowo od siebie odległości (2–3 m). Zmiany wilgotności w 20–25 cm warstwie gleby, mierzone tymi metodami, były naogół zgodne z przebiegiem opadów i deszczowaniem. Tym niemniej wszystkie one wskazywały niejednakową aktualną wilgotność w omawianej warstwie gleby. Zaobserwowano przy tym, że w przedziale niskich wilgotności (5–10% objętościowych), przy małych jej wahaniami, zgodność pomiarów poszczególnymi metodami była większa. Natomiast przy wyższych wilgotnościach (10–30% objętościowych) i częstych wahaniami wilgotności (obiekty deszczowane), bądź w okresie częstych opadów, różnice te były większe. W tych przypadkach najwyższe wartości wskazywały tensjometry, niższe ale najbardziej zbliżone do siebie — pomiary grawimetryczne (klasyczne) i radiometryczne (neutronowe) oraz najniższe — pomiary elektrometryczne. Jeszcze wydatniej te zjawiska wystąpiły w r. 1968, o stosunkowo częstych opadach w okresie wegetacyjnym.

Chcąc bardziej szczegółowo przeanalizować najmniej odbiegające od

---

Rys. 1. Wilgotność gleby na głębokości 20–25 cm na obiektach deszczowanych i nie deszczowanych. 1 — metoda tensjometryczna, 2 — metoda grawimetryczna, 3 — metoda radiometryczna, 4 — metoda elektrometryczna (sondy pojedyncze), 5 — metoda elektrometryczna (sondy oddalone), 6 — metoda elektrometryczna (sondy węglowe)

siebie wyniki pomiarów grawimetrycznych i radiometrycznych, porównano je między sobą na głębokościach 20, 40, 60, 80 i 100 cm (rys. 2 i 3). Z porównania tego wynika, że najmniejsze wahania wilgotności miały miejsce na głębokości 40 i 60 cm. Jednocześnie poziomy te wykazywały najmniejsze uwilgotnienie w ciągu badanego okresu. Uwilgotnienie wierzchniej warstwy gleby (0–20 cm) było ściśle skorelowane z opadami i deszczowaniem. Natomiast głębsze poziomy (80 i 100 cm) wykazywały większą wilgotność oraz większe wahania w czasie, spowodowane wpływem wody gruntowej, który wahał się w okresie wegeta-



Rys. 2. Wilgotność gleby na głębokości 20, 40, 60, 80 i 100 cm na obiektach deszczowanych i nie deszczowanych (buraki cukrowe 1967 r.)

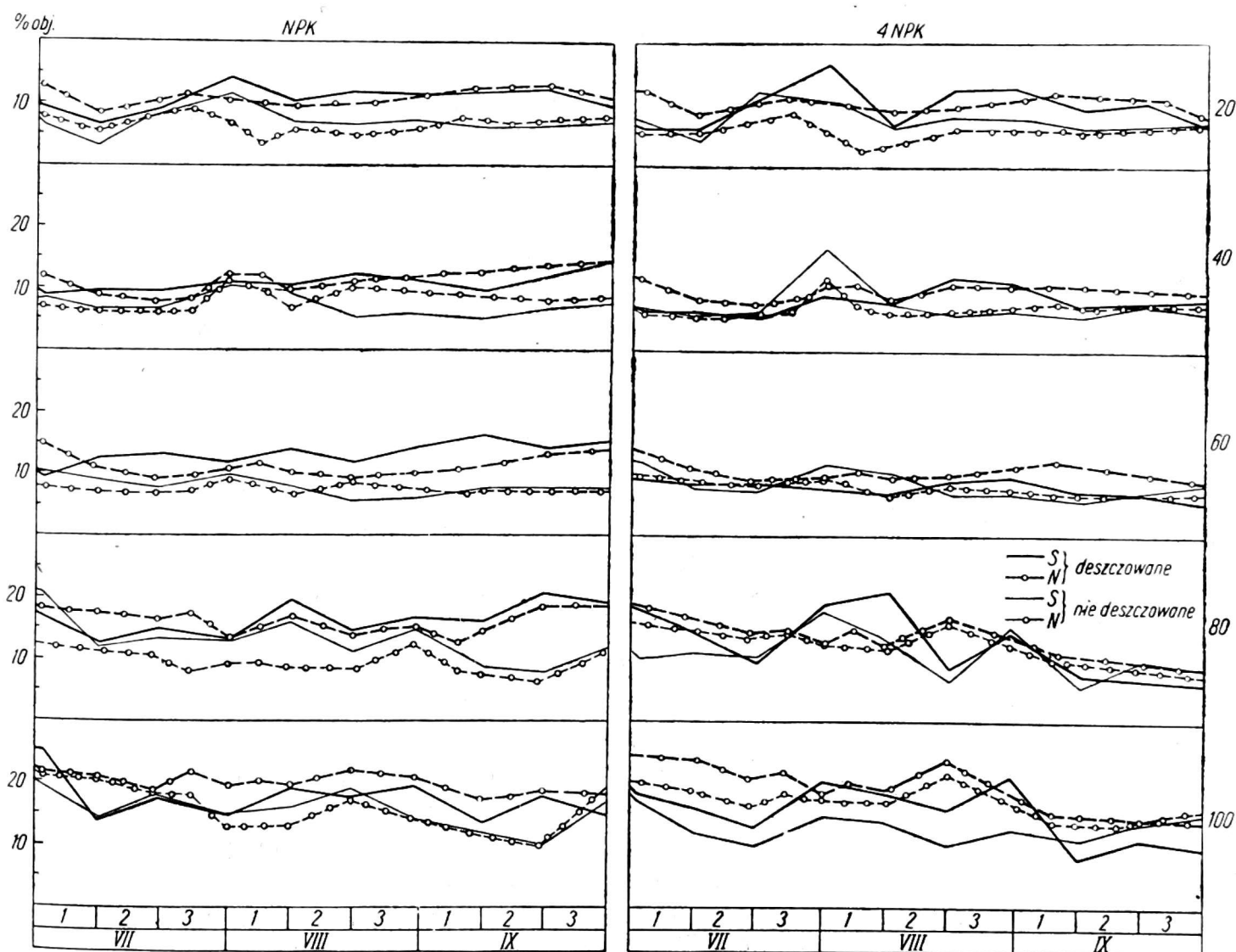


cyjnym w granicach 80–170 cm. Przytoczone materiały prowadzą do następujących wniosków:

1. Wszystkie porównywane metody wykazywały zmiany wilgotności wierzchniej warstwy gleby spowodowane opadami i deszczowaniem. Im częściej były wykonywane pomiary, tym wahania wilgotności w tej warstwie gleby bardziej odpowiadały przebiegowi opadów i deszczowania (rys. 1).

2. Największą zgodność wyników z klasyczną metodą grawimetryczną (susząrkowo — wagową) dały pomiary radiometryczne, a najmniejszą — elektrometryczne.

3. Pomiary tensjometryczne w badanych warunkach nieco zawyżały wyniki w stosunku do wartości uzyskanych grawimetrycznie, co wiąże



Rys. 3. Wilgotność gleby na głębokości 20, 40, 60, 80 i 100 cm na obiektach deszczowanych i nie deszczowanych (buraki cukrowe 1968 r.)

się częściowo ze zjawiskiem histerezy, a w większym stopniu z bezwładnością samych tensjometrów jak również z nieuniknionymi, chociaż na ogół małymi stratami wilgotności podczas pobierania próbek glebowych przy metodzie klasycznej.

4. Pomiary elektrometryczne dały wartości najniższe, zwłaszcza przy wilgotności wyższej od 10% objętościowych. Zjawisko to wymaga jeszcze szczegółowego przebadania w warunkach polowych i laboratoryjnych.

## LITERATURA

1. Baranowski R., Zesz. probl. Post. Nauk rol., 88 (1968).
2. Baranowski R., Zesz. probl. Post. Nauk rol. 110 (1970).
3. Belcher D. J., Cykendall T. R., Sack H. S., Civil Aeronautics Admin., R. 127, Indianapolis (1950).
4. Bieskin Ł. I., Wiestnik Sielskochozj. Nauki, 2 (1965).
5. Byszewski W., Dzieżyc J., Święcicki Cz., Zesz. probl. Post. Nauk rol. 88 (1968).
6. Czubek J., Zastosowanie izotopów w geofizyce, hydrologii i geologii inżynierskiej — symposium Karpacz 1967.
7. Dobrzański B., Roczn. glebozn., dod. do t. X (1965).
8. Domżał H., Malicki M., Roczn. glebozn. dod. do t. XV (1965).
9. Lorch S., Zeitschr. für Geophysik, 29 (1963).
10. Majerczyk J., Zuber A., The influence of composition and density of soils on readings of neutron moisture meters. Symposium on radiostope instruments in industry and geophysics SM-68/39 Warszawa (1965).
11. Olgaard P. L., On the theory of the neutronic method for measuring the water content in soil. Riso Raport 97, Kopenhaga (1965).
12. Trybała M., Zesz. probl. Post. Nauk rol. 88 (1968).

M. ТРЫБАЛА

СРАВНЕНИЕ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО, РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО, ТЕНСИОМЕТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЙ

## Резюме

Полевые опыты были проведены в 1966–1968 г.г. в Экспериментальной Сельскохозяйственном Институте Своец на почве, образованной из слабо глинистого песка на рыхлом песке. В них сравнивались измерения влажности почвы при помощи гравиметрического, радиометрического, тензиометрического методов и 3 вариантов электрометрического метода в сахарной свекле и озимой пшенице, В настоящем труде представлены результаты исследований сахарной свеклы. Исследования проводилось одновременно на 4 водно-навозных объектах — дождеваемых NPK и 4NPK, а также недождеваемых NPK и 4NPK. Все измерения проводилось в 3 участковых повторениях.

Измерения влажности поверхностного слоя почвы (20–35 см) проводилось параллельно при помощи всех четырех методов, а в более глубоких уровнях (40, 60, 80 и 100 см) измерения производилось при помощи гравиметрического и радиометрического методов. Гравиметрические и радиометрические исследования производилось в декадных интервалах, а также на 1 день перед дождеванием и в день после дождевания. Тензиометрические и электрометрические измерения производилось ежедневно в 8–9 часов утра. Результаты исследований сахарной свеклы представлено на рисунках 1–3.

Представленные материалы разрешают заключить следующее:

1. Все сравниваемые методы обнаружили изменения влажности поверхностного слоя почвы, вызванные атмосферическими осадками и дождеванием. Чем чаще измерялось, тем колебания влажности в этом слое почвы более соответствовали процессу атмосферических осадков и дождевания (рис. 1).

2. Наибольшую согласованность результатов с классическим гравиметрическим методом (сушильно-весовым) проявили радиометрические измерения, а наименьшую — электрометрические.

3. Тензиометрические измерения в исследуемых условиях давали результаты немного более высокие, чем величины, полученные гравиметрическим способом, что частично связано с явлением гистерезиса, а в большей степени с динамией самых тензиометров, а также с неизбежными, хоть в общем небольшими, убылями влажности во время получения почвенных проб при классическом методе.

4. Электрометрические измерения принесли самые низкие величины, особенно при влажности более высокой, чем 0 объемные. Это явление требует еще подробного исследования в полевых и лабораторных условиях.

## COMPARAISON ET ESTIMATION PRÉLIMINAIRE DE L'UTILITÉ DE LA MÉTHODE GRAVIMÉTRIQUE, RADIOMÉTRIQUE, TENSIOMÉTRIQUE ET ÉLECTROMÉTRIQUE POUR ÉTUDIER LA DYNAMIQUE DE L'HUMIDITÉ DU SOL DANS LES CONDITIONS D'IRRIGATIONS

### R é s u m é

Les essais sur place ont été effectués dans les années 1966—1968 à RZD Swojec sur un sol produit de sable peu argileux sur un sable meuble. L'on y a comparé les mesurages de l'humidité du sol par méthode gravimétrique, radiométrique, tensiométrique et les 3 variantes de la méthode électrométrique dans les betteraves à sucre et le blé d'hiver. Dans le présent rapport sont cités les résultats des essais dans les betteraves à sucre. Ces essais ont été réalisés simultanément sur 4 objets irrigués et différemment engraisés: irrigués par aspersion avec NPK et 4NPK et non-irrigués avec NPK et 4NPK. Toutes les mesures ont été exécutées en 3 répétitions parcellaires.

Les mesures de l'humidité d'une couche superficielle du sol ont été effectuées parallèlement au moyen de toutes les quatre méthodes, par contre, dans les niveaux plus profonds (40, 60, 80 et 100 cm), les mesures ont été effectuées au moyen de la méthode gravimétrique et radiométrique. Les essais gravimétriques et radiométriques ont été réalisés dans des intervalles de décade ainsi qu'un jour avant l'irrigation par aspersion et un jour après l'irrigation par aspersion. Les mesures tensiométriques et électrométriques ont été faites tous les jours à 8—9 heures du matin. Les résultats des essais dans les betteraves à sucre sont présentés sur les dessins 1—3.

Les matériaux cités mènent aux conclusions suivantes:

1. Toutes les méthodes comparées ont démontré des changements de l'humidité de la couche superficielle du sol causés par les précipitations et par l'irrigation en pluie. Plus fréquemment les mesures ont été faites, d'autant plus les variations d'humidité dans cette couche du sol correspondaient au déroulement des précipitations et de l'irrigation par aspersion (Fig. 1).

2. La plus grande conformité de résultats avec la méthode classique gravimétrique (méthode de dessiccation et de passage) ont donné les mesurages radiométriques, et la moindre — les mesurages électrométriques.

3. Les mesures tensiométriques dans les conditions étudiées ont fait surmonter un peu les résultats par rapport aux valeurs obtenues gravimétriquement, ce qui se lie partiellement avec le phénomène d'hystérésis et dans un plus grand degré avec l'inertie des tensiomètres mêmes, aussi bien qu'avec des pertes inévitables, quoiqu'en général petites, de l'humidité pendant l'échantillonnage du sol à la méthode classique

4. Les mesures électrométriques ont donné les moindres valeurs surtout à l'humidité supérieure aux 10% volumétriques. Ce phénomène nécessite d'être encore étudié en détail dans des conditions en plein champ et au laboratoire.

# VERGLEICH UND BEWERTUNG DER GRAVIMETRISCHEN, RADIOMETRISCHEN, TENSIOMETRISCHEN UND ELEKTROMETRISCHEN METHODE ZUR UNTERSUCHUNG DER FEUCHTIGKEITSDYNAMIK DES BODENS BEI BEWÄSSERUNG

## Zusammenfassung

Die Feldversuche wurden während der Jahre 1966—1968 in der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Swojec auf einem aus anlehmigen Sand gebildeten und auf lockerem Sand gebetteten Boden durchgeführt. Messungen der Bodenfeuchtigkeit nach der gravimetrischen, radiometrischen, tensiometrischen sowie 3 Varianten der elektrometrischen Methode wurden bei Zuckerrüben und Winterweizen miteinander verglichen. In diesem Bericht wurden die Versuchsergebnisse für Zuckerrüben angeführt. Die Versuche wurden gleichzeitig auf 4 Wasser-Düngungsobjekten durchgeführt: Beregnet NPK und 4NPK sowie nichtberegnet NPK und 4NPK. Alle Messungen wurden in 3 Versuchspartizellenwiederholungen durchgeführt.

Die Feuchtigkeitsmessungen der oberen Bodenschicht (20—25 cm) wurden gleichzeitig mit allen vier Methoden durchgeführt, in den tieferen Schichten dagegen (40, 60, 80 und 100 cm) wurden die Messungen mit Hilfe der gravimetrischen und radiometrischen Methode durchgeführt. Die gravimetrischen und radiometrischen Messungen wurden in Dekadenabständen, sowie 1 Tag vor Beregnung und 1 Tag nach Beregnung durchgeführt. Die tensiometrischen und elektrometrischen Messungen wurden täglich zwischen 8—9 Uhr morgens durchgeführt. Die Untersuchungsergebnisse für Zuckerrüben wurden in Abb. 1—3 dargestellt.

Das angeführte Material erlaubt folgende Schlussfolgerungen zu ziehen:

1. Alle verglichenen Methoden wiesen Feuchtigkeitsveränderungen der oberen Bodenschicht, veranlasst durch Niederschläge und Beregnung auf. Je öfter die Messungen durchgeführt wurden, desto besser entsprachen die Feuchtigkeitsschwankungen in dieser Bodenschicht dem Niederschlags- und Beregnungsverlauf (Abb. 1).
2. Die beste Übereinstimmung der Ergebnisse mit der klassischen gravimetrischen Methode (Trockenschrank — Waage) erhielt man mit der radiometrischen Methode, die geringste — mit der elektrometrischen Messung.
3. Die tensiometrischen Messungen ergaben unter den Versuchsbedingungen etwas höhere Ergebnisse im Vergleich zu den gravimetrisch erhaltenen Werten, was teilweise mit dem Hysteresephänomen verbunden ist, aber in grösseren Ausmasse von Trägheit der Tensiometer selbst abhängt, wie auch von nicht zu umgehenden, obwohl meistens nicht grossen Feuchtigkeitsverlusten während der Boden Probenentnahme bei den klassischen Methoden.
4. Die elektrometrischen Messungen ergaben die niedrigsten Werte, vor allem bei einer über 10 Volumenprozent höheren Feuchtigkeit. Diese Erscheinung erfordert noch spezieller Untersuchungen unter Feld- und Laborbedingungen.