

NIEKTÓRE ASPEKTY BADAŃ HYDROPEDOLOGICZNYCH
DRENOWANYCH GLEB UPRAWNYCH

Jerzy Marcinek

Zakład Gleboznawstwa Melioracyjnego AR Poznań

WSTĘP

Jakkolwiek zagadnienia badań gleboznawczych do celów melioracji wodnych i agrotechnicznych zostały szeroko omówione w wielu podręcznikach specjalistycznych [1, 2, 4-6, 9, 10, 13, 14, 17-20, 22], instrukcjach [16, 23, 25], a także i pracach studialnych [3, 11, 12], to jednak zawsze aktualna jest kwestia doboru metod, skali i zakresu badań, a także interpretacji wyników badań, które mogłyby dać możliwie pełną ocenę warunków glebowo-wodnych terenu przeznaczonego do melioracji, by na tej podstawie móc dopasować optymalny system rozwiązań melioracyjnych [5, 6, 9, 11, 15, 18-20, 22, 24].

Zbiór informacji przyrodniczych, jakimi powinien dysponować meliorant przy rozpatrywaniu warunków glebowych i wodnych dla potrzeb drenowania gleb uprawnych, dość trafnie określają "Wytyczne drenowania gruntów ornych" [23]. Dla terenu przeznaczonego do drenowania - według tych wytycznych - należy przede wszystkim określić rozmieszczenie przestrzenne jednostek glebowych wraz z podaniem ich charakterystyki. A ponadto należy ustalić przyczyny istniejącego stanu poprzez analizę właściwości gleb, budowę profilu glebowego, stanu wody gruntowej, konfiguracji terenu, napływu wód powierzchniowych i w głębszych spozza terenu rozpatrywanego oraz innych. Na podstawie analizy tych danych należy określić możliwości poprawy stosunków wodnych za pomocą zabiegów melioracyjno-technicznych, agromelioracyjnych czy też rekultywacyjnych. Analogiczny teren już zmeliorowany powinien dostarczyć informacji co do efektywności i sprawności działania przewidywanych systemów melioracyjnych /chodzi o przeniesienie doświadczeń z jakiegoś terenu na dany teren/. W badaniach tych powinno się również uwzględnić prognozę zmian stosunków wodnych i określić te, które zostaną ukształtowane w wyniku wykonania projektowanych systemów /np. na skutek budowy nowych kanałów, regulacji cieków, poboru wody przez studnie, budowę zbiorników retencyjnych i in./. Szczegółowy zakres i sposób przeprowadzania badań glebowowodnych, a także i zasady ustalania potrzeb i niezbędności drenowania

poszczególnych jednostek glebowych danego terenu omówione są dla naszych terenów w "Zasadach przeprowadzania badań gleb dla potrzeb wodnych melioracji" [16, 25].

W pracy niniejszej, będącej streszczeniem wykładu wygłoszonego w II szkole letniej w 1985 r., pragnę poruszyć tylko niektóre aspekty badań gleboznawczych i hydropedologicznych, które wyraźnie zarysowują się ostatnio w naszym kraju w związku z doskonaleniem /ulepszeniem/ urządzeń i systemów melioracyjnych. Ale chodzi tutaj również i o zwrócenie uwagi na to, co gleboznawcze badania wnoszą, a co powinny wnieść do informacji podstawowych, koniecznych do dokonania analizy i oceny potrzeb drenowania gleb uprawnych oraz niezbędnych do opracowania optymalnego projektu melioracyjnego.

BADANIA GLEBOZNAWCZE I HYDROPEDOLOGICZNE

Współczesne badania kartograficzno-gleboznawcze dostarczają nam pełnej informacji o pokrywie glebowej danego terenu [2-4, 6-8, 10-15, 17, 20-22, 24]. Na mapie glebowej wydzielane są kontury kartograficznych jednostek glebowych. Kontury glebowe są zdefiniowane według klasyfikacyjnych jednostek taksonomicznych [2-4, 6-8, 10, 14, 17, 20, 21] wraz z ich opisem morfologicznym, podaniem podstawowych właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych oraz określeniem struktury wewnętrznej każdego konturu [1, 2, 4, 6, 8, 10, 17, 20-22, 24]. Na podstawie tych badań można sporządzić szereg map interpretacyjnych, a m.in. mapę aktualnej i potencjalnej rolniczej przydatności gleb, mapę erozji gleb, i inne. Jednakże zarówno te badania, jak też i opracowane mapy mają ograniczoną przydatność dla projektowania drenowania /odwodnienia/ gleb. Nie dostarczają one bowiem informacji o głębszych warstwach podłoża, np. do głębokości 4-5 m poniżej powierzchni terenu. Ponadto nie dostarczają one bezpośrednio takich danych jak: wahania zwierciadła wód gruntowych i jego wpływ na dynamikę wody glebowej, wsiąkanie wody w glebę, przesiąkanie /perkolacja/ wody przez profil glebowy, współczynnik filtracji na różnych głębokościach, magazynowanie wody w strefie korzenienia się roślin, szczególnie wody biologicznie użytecznej, a więc tych danych, którymi musi dysponować meliorant przy opracowywaniu projektu. Stąd też na terenie przeznaczonym do melioracji, prócz badań kartograficzno-gleboznawczych, istnieje konieczność przeprowadzenia badań dodatkowych, tj. badań glebo-wo-wodnych, sięgających do głębokości 4-5 m /tj. głębokości równej w przybliżeniu 1/4 rozstawy urządzeń odwadniających/ poniżej powierzchni terenu. Te ostatnie badania określone są ogólnie badaniami hydropedologicznymi.

Badania hydropedologiczne swym zasięgiem według De Riddera i van Aarta [5], a także i innych autorów [1, 9-12, 15, 18, 19, 22] powinny objąć dodatkowo szereg zagadnień, a m.in.:

- 1/ budowę gleb, a głównie teksturę i strukturę warstw do głębokości 4-5 m poniżej powierz-

- 2/ obecność i głębokość zalegania stropu warstwy nieprzepuszczalnej, tj. takiej warstwy, której współczynnik filtracji jest mniejszy niż 10% współczynnika filtracji warstw nad nią leżących;
- 3/ obecność warstw utwardzonych w profilu glebowym i podłożu;
- 4/ obecność i głębokość stropu oraz miąższość warstw piaszczystych i żwirowych;
- 5/ przewodność hydrauliczną profilu gleby i podłoża w regularnych odstępach /np. co 1 m/ do głębokości 1,5 do 2,5 m i głębiej;
- 6/ głębokość zalegania zwierciadła wód gruntowych, jego wahania, a także kierunek spływu wód gruntowych;
- 7/ wysokości ciśnienia piezometrycznego wód gruntowych na różnych głębokościach /np. na głębokości 3,5 m i głębiej/.

Powstaje zatem problem doboru odpowiednich metod badań hydropedologicznych, określenie liczby pomiarów punktowych na jednostkę powierzchni terenu w różnych skalach badań /badania rekonesansowe, półszczegółowe, szczegółowe/, a ponadto sposobu przetwarzania danych i przedstawiania ich w formie map końcowych i końcowych danych wyjściowych do projektowania. Aczkolwiek istnieje bogata literatura na temat wyżej przedstawionych zagadnień i to zarówno w formie podręczników [1, 5, 6, 9, 10, 18, 29, 22, 24], jak i prac szczegółowych [11, 12, 15], to jednak są konieczne rozwiązania metodyczne w odniesieniu do różnych warunków gleb meliorowanych naszego kraju. Poza tym istnieje pilna potrzeba określenia sposobów ekstrapolacji różnych pomiarów punktowych i przedstawienia ich w postaci map.

OKREŚLENIE POTRZEB ODWODNIENIA GLEB

Określenie potrzeb odwodnienia gleb opiera się do tej pory na założeniu, że morfologia profilu glebowego ukształtowana została przez szereg procesów przebiegających w określonych warunkach. Stąd też na podstawie pewnych morfologicznych cech glebowych, np. barwy, oglejenia, charakteru konkrecji, charakteru materii organicznej w poziomie wierzchnim można wnioskować o warunkach, w jakich te gleby się znajdują, a m.in. i o warunkach reżimu wód gruntowych. Zespół morfologicznych cech glebowych, który ukształtował się w warunkach nadmiaru wilgoci, nosi nazwę cech hydromorficznych [1, 2, 4-8, 12-15, 17, 19, 20-22], lub hydrogenicznych [16, 23, 25].

Do cech hydromorficznych należy barwa gleby i jej oglejenie, które bardzo szczegółowo zostało rozpracowane w dokumentacji glebowo-melioracyjnej [16, 25]. Jeżeli przyjrzymy się tym cechom glebowym i warunkom, w jakich mogą się one tworzyć, to możemy skonstatować, że związek między barwą gleby i jej oglejeniem a reżimem wód gruntowych jest mocno złożony.

Dużą rolę odgrywają takie czynniki, jak zawartość tlenu w wodzie, chemiczny i mineralogiczny skład gleby, temperatura gleby w stanie pełnego jej nasycenia wodą itp. Barwa zaś gleby i jej plamistość glejowa zależy od potencjału oksydo-redukcyjnego wolnych tlenków żelaza i manganu oraz od zawartości materii organicznej. Plamy szare glejowe tworzą się na skutek obecności aktywnych jonów Fe^{2+} . Jednakże barwa plam może się zmieniać po napowietrzeniu gleby. Gleby glejowe natomiast kształtowały się w ciągu dłuższego czasu. Plamy glejowe w tych glebach mogą się utrzymać również przez wiele lat po uregulowaniu stosunków wodnych. Czasami trudno jest rozróżnić czy plamy glejowe są wyrazem aktualnych warunków beztlenowych, czy są one pozostałością /oglejenie fosylne/. Często brak oglejenia jest wyrazem tylko braku w glebie tlenków żelaza, a nie brakiem warunków beztlenowych. Słowem, w terenach o niedostatecznie rozpoznanych stosunkach glebowych morfologia profilu może co najwyżej jakościowo wskazywać na stosunki wodne, które można sklasyfikować na kilka kategorii wilgotnościowych [16, 25], lub klas naturalnych warunków drenażu [4, 5, 6, 10-15, 17, 20, 24]. Brak jest bowiem w naszym kraju wyników ścisłych badań, które ustalałyby zależność pomiędzy morfologicznymi cechami gleb, a głębokością zalegania i dynamiką zwierciadła wód gruntowych. Współczesne raporty gleboznawcze opracowane dla celów melioracyjnych [12, 15] zwykle zawierają m.in. wyniki pomiarów wahań zwierciadła wód gruntowych przynajmniej w ciągu jednego roku hydrologicznego oraz na tle wahań zwierciadła wód gruntowych analizę morfologii profilu glebowego. Przykładem określenia związków morfologii gleb z wahaniami zwierciadła wód gruntowych mogą stanowić prace Schellinga i De Bakker'a [5] z terenów gleb meliorowanych Holandii. Bez ustalenia ścisłej zależności pomiędzy morfologicznymi cechami gleb a dynamiką zwierciadła wód gruntowych wnioskowanie o tych ostatnich na podstawie pierwszych jest jedynie przybliżone i ryzykowne, zwłaszcza wówczas, jeśli to wnioskowanie ma stanowić podstawę do opracowania projektu odwodnienia gleb uprawnych. Dlatego też pomiary dynamiki zwierciadła wód gruntowych terenu meliorowanego są konieczne.

POMIARY RUCHU WODY W PROFILU GLEBOWYM A PROJEKTOWANIE URZĄDZEŃ ODWADNIAJĄCYCH

Poza badaniami wyżej omówionymi meliorant opracowujący projekt drenowania gleb uprawnych musi mieć ilościowe informacje o zdolności gleby do przewodzenia wody, a więc wsiąkanie wody w powierzchnię gleby /infiltracja/, przeciąkanie wody przez profil glebowy /perkolacja/ oraz poziomy odpływ wody do drenów /filtracja/, a ponadto ruch wody w strefie aeracji /przewodnictwo wodne w funkcji potencjału macierzystego/.

Wśród wielu metod oznaczania infiltracji [1, 5, 6, 9-12, 15, 18, 19, 22] najbardziej przydatne okazały się metody tzw. podwójnych cylindrów, przy pomocy których pomiar infiltracji trwa do czasu osiągnięcia infiltracji ustalonej [5, 6, 9, 15, 19]. Gdy dane z tych pomiarów naniesiemy na współrzędne logarytmiczne i na osi rzędnych oznaczmy ilość wody wsiąkającej, a na osi odciętych czas wsiąkania, to otrzymamy prostą infiltracji akumulacyjnej; miejsce przecięcia prostej z osią rzędnych daje nam współczynnik, a , a tangens kąta, jaki tworzy prosta z osią odciętych, daje nam współczynnik n [5, 6, 9]. W ten sposób otrzymamy równanie na infiltrację akumulacyjną:

$$I_c = a t^n$$

gdzie:

- I_c - infiltracja akumulacyjna,
- a i n - opisane współczynniki,
- t - czas trwania infiltracji.

Przez odpowiednie przekształcenia tego równania możemy obliczyć chwilową prędkość infiltracji $I_i = a n t^{n-1}$, średnią prędkość infiltracji $I_a = a t^{n-1}$ i ustaloną prędkość infiltracji, tj. chwilową prędkość infiltracji po czasie $t = I_0 / (1-n)$, gdzie t wyrażone jest w godzinach. Na ogół pomiarów infiltracji dokonuje się w 4 powtórzeniach wokół profilu z pełną dokumentacją gleboznawczą i hydropedologiczną. Pomiar infiltracji służy bezpośrednio do oceny wsiąkania wody w glebę zarówno dla potrzeb odwodnienia gleb /spływy powierzchniowe, stagnowanie na powierzchni wód zawieszonych itp./, jak też i nawodnienia /dobieg wody przy nawodnieniach zalewowych, prędkość wsiąkania wody deszczowanej i inne/.

O przesiąkaniu wody przez profil glebowy decyduje zawsze warstwa o najmniejszej wodoprzepuszczalności. Dlatego też tylko w takich warstwach /lub poziomach/ profilu glebowego oznaczamy przesiąkanie. W tym celu możemy stosować metody wyżej opisane, a także i metodę zalewania otworu wiertniczego [5, 6, 9, 18]. Przesiąkanie ustalone I_a w glebie nasyconej wodą równe jest filtracji, natomiast w glebie nienasyconej - sumie infiltracji i retencji [5, 9].

Na ogół dla warstw poniżej zwierciadła wód gruntowych oznaczamy współczynnik filtracji [1, 5, 6, 9, 12, 15, 18, 19, 22, 23]. Istnieje szereg metod oznaczania współczynnika filtracji poniżej zwierciadła wód gruntowych [1, 5, 6, 9], ale najbardziej rozpowszechnioną metodą i najczęściej stosowaną w badaniach hydropedologicznych jest metoda zapełniania się wodą otworu wiertniczego [5, 6]. Dla pełnej oceny wodoprzepuszczalności warstw podłoża współczynnik filtracji mierzony jest w otworze wiertniczym w regularnych odstępach głębokości, np. co 1 m lub co 1,5 m, do głębokości 4-5 m poniżej powierzchni terenu. Przestrzennie pomiarów dokonuje się przeważnie w regularnych siatkach przy zagęszczeniu dostosowanym do skali badań.

Uzupełnieniem tych pomiarów jest określenie głębokości zalegania stropu warstwy nieprzepuszczalnej, a także i stropu zalegania i miąższości warstwy wodonośnej [5, 6, 9, 15, 19, 22].

Wyniki wyżej opisanych pomiarów hydropedologicznych powinny być przedstawione w postaci następujących map przedmiotowych:

- 1/ map hydroizobat dla okresu wyżówkowego i niżówkowego,
- 2/ map hydroizohips również dla tych samych okresów,
- 3/ mapy wahań w ciągu roku zwierciadła wód gruntowych,
- 4/ mapy konturów wodoprzepuszczalności gleb,
- 5/ mapy konturów głębokości zalegania stropu warstwy nieprzepuszczalnej oraz
- 6/ mapy konturów głębokości zalegania stropu i miąższości warstwy wodonośnej.

Na podstawie tych map i pomiarów punktowych, przy uwzględnieniu lokalizacji odprowadzalników i parametrów systemu odwodnienia, opracowuje się mapę wydzieleni o określonej rozstawie drenów.

Nie poruszam tu zagadnienia przewodnictwa hydraulicznego w sferze aeracji oraz retencji wodnej gleb na tle potencjałów wody glebowej. Zagadnienia te wymagają szerszego omówienia osobnego.

UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiony sposób dokumentacji przedmelioracyjnej i uzyskane parametry wodnoglebowe, niezbędne do zaprojektowania sieci odwodnieniowej, są - wydaje się - właściwe. Projekt urządzeń odwadniających może być oparty na podstawach hydraulicznych i ilościowych, a nie na wyczuciu projektanta i wątpliwych "wskaźnikach" glebowych, charakteryzujących utwory glebowe do głębokości 1,2-1,5 m [16, 25].

Pozostaje jednakże nadal sprawa otwarta - ustalenie całego systemu badań gleboznawczych i hydropedologicznych, dostosowanych do określonego terenu. Należy również poddać gruntownej ocenie możliwość ekstrapolacji pomiarów punktowych na określone przestrzenie terenu meliorowanego, przy uwzględnieniu zmienności przestrzennej pokrywy glebowej i podścielającego podłoża. Wszystkie te wątpliwości i krytyczna ocena badań gleb i terenów meliorowanych muszą być poddane nie dyskusjom gabinetowym, lecz ścisłym badaniom terenowym i laboratoryjnym. Wyniki badań powinny być poddane ocenie statystycznej. Ze względu na to, że wszelkiego rodzaju wnioski z tych badań powinny stanowić materiał do opracowania zasad, instrukcji, czy też zaleceń mających znaczenie praktyczne, muszą więc być poddane wnikliwej ocenie i przyjęte z dużą ostrożnością. Jeżeli zostaną zgromadzone znaczne ilości prawidłowo wykonanych badań podstawowych, to wówczas do przetworzenia tych danych można zastosować metody numeryczne. Te

ostatnie metody mogą dać nieocenione usługi w dokumentacji melioracyjnej tylko wówczas, gdy wyjściowe parametry właściwości glebowo-wodnych są właściwie przygotowane.

LITERATURA

1. Astapov S.V.: Meliorativnoye počvoviedienye /praktikum/. Gosud. Izd. Sielskhoz. Literat., Moskva 1958.
2. Baulaine J.: Pédologie Appliquée. Masson. Paris-New Jork Barcelone-Milan, 1980.
3. Butler B.E.: Soil Classification for Soil Survey. Clarendon Press. Oxford 1980.
4. Clarke G.R.: The Study of Soil in the Field. Clarendon Press. Oxford 1971.
5. Drainage Principles and Applications. ILRI, Publication 16 - Vol. I-IV. Wageningen 1972-1974.
6. Dudal R. /Dir. Div./: Soil Survey Investigations for irrigation. FAO Soil Bull. Rome 1979, No 42.
7. Fridland W.M. i wsp.: Osnovnye principy i elementy bazovoy klassifikacii počv i programma roboty po ee sozdaniu. VASHNIL - Pochv. Inst. im. V.V. Dukućaeva, GKNT SSSR - Mezvedom. Komisyja po Klassifikacii i diagnostyce počv. Moskva 1982.
8. Gavrilyuk F. Ja.: Polovye Issledovaniye i Kartirovaniye počv. Izd. "Vysshaya Szkola", Moskva 1963.
9. Israelson O.W., Hansen V.E.: Irrigation principles and practices. John Wiley and Sons, Inc., Toppan Company, Li., New Jork, London, Tokyo, 1962.
10. Mahler P.J., et al.: Manual of Multipurpose Land Classification. Teheran. Soil Institute of Iran. Min. Agric. 1970.
11. Marcinek J.: Niektóre aspekty badań gleboznawczych terenów przeznaczonych do melioracji. Roczn. Glebozn., 1965, t. 15 /dodatek/, s. 455-458.
12. Marcinek J.: Studia gleboznawcze nad rolniczą przydatnością gleb deltowo-marszowych Dolnej Mezopotamii. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Poznań 1965, t. XVI-4, s. 1-100.
13. Marcinek J. Examination and Description of Soil in the Field. BIPROMEL - POLSERVICE, Sulaymaniya, 1976.
14. Marcinek J.: Zasady badań gleboznawczych i hydropedologicznych w regionach subtropikalnych. CBSiPBW "Hydroprojekt", Warszawa 1977.
15. Marcinek J.: Soil Survey and Hydrological Investigation. Vol. III and IV. Shatt Al-Arab Project - Feasibility Report. Min. Irrig. Baghdad 1979.
16. Okruszko H. i in.: Materiały pomocnicze do badań gleboznawczych przy projektowaniu melioracji. Bibliot. Wiad. IMUZ 1979, nr 52, PWRiL.

17. Olson G.W.: Soils and Environment - A Guide to Soil Surveys and their Applications. A Dowden and Culver Book, Chapman and Hall. New York - London 1981.
18. Ostromęcki J.: Wstęp do melioracji rolnych. Warszawa 1957.
19. Richards L.A. /Edt./: Diagnosis and Improvement Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. Agric. Agriculture Handbook No. 60, Washington 1954.
20. Soil Survey Staff: Soil survey manual. U.S. Dep. Agr. Handb. 18. U.S. Printing Office, Washington, D.C. 1951.
21. Soil Survey Staff: Soil taxonomy - a basic system of Soil surveys. U.S. Dep. Agr. Handb. 436. U.S. Printing Office, Washington, D.C. 1975.
22. Szabolcs I. /Edt./: The Handbook of the Large - Scale Genetic Soil Mapping. Budapest, 1966 /w języku węgierskim, streszczenie w języku angielskim/.
23. Śniadowski Z. i wsp.: Wytyczne drenowania gruntów ornych. IMUZ, Talenty 1978.
24. Vink, A.P.A. 1963 Planning of soil surveys in land development. Publ. 10, Wageningen. ILRI.
25. Zasady przeprowadzania badań gleb dla potrzeb wodnych melioracji. Min. Roln. - Centr. Biuro Stud. i Proj. Wodn. Melior., Warszawa 1971.

Jerzy Marcinek

SOME ASPECTS OF HYDROPEDOLOGICAL SURVEY ON THE DRAINED CULTIVATED SOILS

Summary

The Author outlines a system of soil survey and hydropedological investigations in areas of drained cultivated soils. Designing of drainage system must be grounded on soil-water properties. Prior to design of drainage system the soil survey have to be carried out, and than supplemented by hydropedological investigations /to recognize stratigraphy down to 5m depth/. Important is to measure infiltration and percolation rate in the soil, and water permeability in the substratum below the water table, then to determine the accuracy and depth to the impervious layers and occurrence, depth, and thickness of sandy and gravelly layers /aquifer/. The results of these investigations are the basis to design many interpretation maps, and then divide whole of the area into a number of drainage sub-areas. The described system of surveys for drainage purposes can be adopted to soil and water condition of Poland, but before that it needs many very intensive research investigations.

Ежи Марцинек

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГИДРОПЕДОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ДРЕНИРОВАННЫХ КУЛЬТУРНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Р е з ю м е

Автор дает обзор почвоведческих и гидропедологических исследований дренированных культурных земель. Проектирование осушительной системы должно основываться на водно-физических параметрах почв. Перед проектированием дренажной системы следует провести картографическо-почвенные изыскания, а затем пополнить их гидропедологическими исследованиями (изучение стратиграфии до глубины 5 м). Важное значение имеют измерения инфильтрации и перколяции в почве, а также фильтрации в материнской породе ниже зеркала грунтовой воды и, сверх того, определение кровли водонепроницаемого слоя и глубины залегания и мощности песчаных и гравиевых слоев.

Результаты указанных работ составят основу для разработки ряда предметных карт с последующим выделением на исследуемой площади участков с одинаковыми осушительными системами. Представленную в настоящей работе систему исследований для целей дренирования можно было бы применять к почвенно-водным условиям Польши. Для этого, однако, необходимо провести ряд почвоведческих и гидропедологических исследований.