

STANISŁAW BIAŁOUSZ
Politechnika Warszawska

**FOTOINTERPRETACJA W KARTOGRAFII GLEB
UWAGI Z OPRACOWYWANIA MAPY GLEB
NIZINY WERSALSKIEJ W SKALI 1 : 50 000**

**OGÓLNE INFORMACJE O MAPIE
I PRZYJĘTEJ METODZIE PRACY**

Zdjęcia lotnicze wykorzystywane są w kartografii gleb prawie we wszystkich krajach. Uzyskiwane wyniki zależą od specyfiki powiązań między glebami a pozostałymi elementami środowiska przyrodniczego (od regionu), od dokładności informacji, jakie chciałoby się uzyskać o glebach (mapy rekonesansowe czy szczegółowe, wielkoskalowe czy średnioskalowe) oraz od przyjętej metody pracy.

W Polsce gleboznawcza fotointerpretacja znajduje się w fazie opracowań metodycznych, uznano więc za celowe przedstawić w niniejszym komunikacie kilka spostrzeżeń zanotowanych podczas wykonywania mapy gleb części Niziny Wersalskiej metodą bezpośrednią przy użyciu zdjęć lotniczych.

Mapa przeznaczona była do studiów nad planem zagospodarowania przestrzennego regionu paryskiego. Analiza zakresu i dokładności informacji potrzebnych do planu wykazała, że może to być rekonesansowa mapa gleb w skali 1 : 50 000 oraz jej pochodne interpretacyjne oceniające przydatność terenu do poszczególnych celów (rolnictwo o wysokim stopniu mechanizacji, warzywnictwo, sadownictwo, leśnictwo i odnowienie zieleni, budownictwo).

Potrzeby wyznaczyły więc treść informacji, jakie miały podawać mapa podstawowa i mapy pochodne. Uwzględniono również postulat, aby opracowanie można było wykorzystać do zestawiania arkusza mapy gleb Francji 1 : 100 000, dlatego jednostki glebowe wyróżnione w legendzie mapy podstawowej nawiązywały ściśle do klasyfikacji gleb Francji i wykazu gleb na mapie w skali 1 : 100 000. Przypomnijmy tu, że klasyfikacja gleb

Francji wyróżnia hierarchicznie następujące jednostki taksonomiczne: klasa, podklasa, grupa, podgrupa, duża rodzina, mała rodzina, seria, faza.

W miarę przechodzenia do niższych jednostek taksonomicznych rozszerza się wachlarz kryteriów, kwalifikujących gleby do odpowiednich jednostek; kryteria te są coraz dokładniejsze. Jednostki najwyższe wydziela się na podstawie ogólnego przebiegu procesu glebotwórczego uwarunkowanego klimatem, roślinnością i przemianami biologicznymi. Na poziomie dużej rodziny uwzględniona jest litologia, na poziomie małej rodziny — w uproszczonej formie skład granulometryczny i gospodarka wodą w profilu, na poziomie serii — pełniejsza charakterystyka składu granulometrycznego i gospodarki wodą w profilu oraz stopień wykształcenia profilu. W serii podaje się zróżnicowanie składu granulometrycznego wynikające ze zmian litograficznych. Na poziomie fazy uwzględnia się już zróżnicowanie spowodowane procesem glebotwórczym.

Przyjęto, że w opracowaniu tym gleby będzie się definiować z dokładnością przewidzianą dla małej rodziny (charakterystyka genetyczna, litologia, 6 klas składu granulometrycznego, 4 kategorie wilgotności) oraz dodatkowo — ze względu na potrzeby map interpretacyjnych — szkieletowość, głębokość gleby, wielkość spadków.

W celu uchwycenia analogii w stosunku do podziału gleb stosowanego w Polsce przeanalizujemy jedno z wyróżnień w legendzie:

Jednostka podziału	Definicja gleby	Jednostki taksonomiczne podziału w Polsce
klasa	gleby brunatnoziemne	brak
podklasa	gleby brunatnoziemne klimatu umiarkowanego wilgotnego	klasa
grupa (tu grupa 1 w podklasie VII)	gleba brunatna	typ
podgrupa	brunatna właściwa	podtyp
duża rodzina	wytworzona z marglu	rodzaj
mała rodzina	{ skład mechaniczny wierzchnich poziomów — glina, kategoria stosunków wodnych — 2	odmiana

Warto podać jeszcze dodatkowe informacje nie objęte hierarchicznym układem jednostek: szkieletowość — klasa 0 (brak szkieletu w warstwie ornej), głębokość gleby — klasa 3 (skała macierzysta na głębokości 50 cm — 100 cm), wielkość spadków — klasa 0 (teren płaski).

Wyróżnienie podklasy i klasy ma tu znaczenie tylko formalne, ponieważ wszystkie gleby brunatne Niziny Wersalskiej należą do klasy gleb brunatnoziemnych i podklasy gleb brunatnoziemnych klimatu umiarkowa-

nego wilgotnego. Informacje o składzie mechanicznym na poziomie małej rodziny są dość ogólne. W skład wydzielonych 6 klas wchodzi: piaski, piaski pylasto-gliniaste, pyły piaszczyste, pyły, gliny piaszczyste, gliny. W następnych jednostkach, tj. serii i fazie, wyróżnia się odpowiednio 8 i 14 klas składu mechanicznego.

- Cztery klasy stosunków wodnych na poziomie małej rodziny to:
- drenaż korzystny z możliwością niewielkiego oglejenia opadowego,
 - drenaż niezadowolający (wpływ okresowego stagnowania wody, oglejenie opadowe może zaznaczać się od powierzchni),
 - drenaż lichej (gospodarka wodna pod wpływem wody gruntowej, oglejenie od wody gruntowej na głębokości 40 cm — 80 cm),
 - drenaż bardzo lichej (stały wpływ wody gruntowej, oglejenie od wody gruntowej może być płycej niż 40 cm).

W następnej jednostce — serii wydziela się już 9 klas drenażu. Klasy szkieletowości, głębokości gleby i klasy spadków opracowane były tylko w celach użytkowych, tzn. zredagowania map interpretacyjnych.

Wydzielenie jednostek genetycznych (typologicznych) nie nastęrczało trudności. Istnieje duża zgodność kryteriów między klasyfikacją gleb Francji a systematyką gleb Polski. Również klasy składu granulometrycznego i klasy gospodarki wodnej nie przysparzały problemów w czasie identyfikacji. Więcej trudności sprawiało identyfikowanie w terenie jednostek litologicznych.

Materiały, które można było wykorzystać do opracowania mapy, stanowiły:

- mapa geologiczna 1 : 50 000 (nowo opracowana na podstawie przedwojennej mapy 1 : 80 000 i interpretacji zdjęć lotniczych bez prac polowych),
- mapy topograficzne: 1 : 20 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000,
- zdjęcia lotnicze czarno-białe, panchromatyczne, w skali 1 : 15 000 i 1 : 25 000, wykonane w lutym 1971 roku (pokrywa śnieżna leży tu krótko, w czasie fotografowania gleba była bez śniegu i bez roślinności),
- mapa gleb 1 : 200 000.

Zadnych wieloskalowych map glebowych, choćby dla wybranych fragmentów obszaru, nie było.

Dysponując wymienionymi materiałami, logiczne wydawało się przyjęcie następującej metody pracy:

1. Ustalić zależności między jednostkami litologicznymi wykazanymi na mapie geologicznej 1 : 50 000 a jednostkami glebowymi.
2. Sprawdzić te zależności w wybranych miejscach w terenie.
3. Wykreślić kontury jednostek glebowych na podstawie jednostek litologicznych.
4. Wynikłe wątpliwości wyjaśnić za pomocą zdjęć lotniczych i map topograficznych.

5. Uzyskać ze zdjęć lotniczych informacje o spadkach i kategoriach stosunków wodnych.

Pierwszy opracowany fragment terenu miał wyjaśnić, czy to rozumowanie jest słuszne. Przyjęto, że dokładność schematycznej mapy w skali 1 : 50 000 powinna być taka jak pełnowartościowej mapy w skali 1 : 100 000. Sądono początkowo, że na kartowanym obszarze 50 000 ha wystarczy opisać w terenie 200 punktów, co daje 1 punkt na 250 ha, lub — inaczej — na kwadrat $6,5 \times 6,5$ cm na zdjęciu lotniczym 1 : 25 000. Z zaleceń podręcznikowych wynikało, że należałoby opisać 500 punktów, czyli 1 punkt na 1 cm^2 mapy. W skali 1 : 100 000 1 cm^2 odpowiada 100 ha. Na zdjęciu lotniczym w skali 1 : 25 000 daje to kwadrat 4×4 cm. Ostatecznie o liczbie punktów do opisania w terenie miały zdecydować wyniki pierwszych dni pracy.

Zestawiono więc rejestr zależności między jednostkami na mapie geologicznej a jednostkami glebowymi, inaczej mówiąc, dla każdej jednostki litologicznej przewidziano glebę lub gleby, które mogą na niej występować. W czasie pierwszego wyjazdu w teren miano sprawdzić słuszność tych przewidywań oraz wyjaśnić inne wątpliwości wynikłe przy redagowaniu mapy.

Następnie na kodatras nałożony na zdjęcie lotnicze przeniesiono z mapy geologicznej 1 : 50 000 — schematycznie według szczegółów terenowych — kontury wydedukowanych jednostek glebowych. Analiza zdjęcia pod stereoskopem miała wskazać miejsca wierceń, jakie trzeba wykonać w celu ostatecznego zdefiniowania jednostek glebowych (ustalenie treści konturu), udokładnić przebieg konturów oraz wyjaśnić miejsca wątpliwe. I tu nastąpiła niezgodność. Zasięgi konturów według mapy geologicznej znacznie różniły się od zasięgów jednostek glebowych uzyskiwanych z interpretacji zdjęcia lotniczego. Największe rozbieżności wykazywały zasięgi pokrywy lessowej. Brzegowe części *plateau* o miąższości lessu nawet do 1 m nie były wykreślone na mapie geologicznej. Takie uproszczenie było nie do przyjęcia na mapie glebowej.

Należy w tym miejscu powiedzieć kilka słów na temat samego terenu badanego. W Basenie Paryskim, w skład którego wchodzi Nizina Wersalska, występuje duża różnorodność skał osadowych z różnych okresów geologicznych. W części kartowanej typową jednostką morfologiczną było parokilometrowe *plateau*, ograniczone wcięciami dolinami potoków. *Plateau* pokryte jest lessiem o miąższości do 2 m, który został przerobiony przez wodę i odwapniony. Leży na wapieniach, marglach lub konglomeratach. Doliny wykształciły się przeważnie w wapieniach kredowych, są asymetryczne do stoków pokrytych koluwiami.

W dalszej części pracy zmodyfikowano metodę. Obszar podzielono na zwarte fragmenty możliwe do opracowania kameralnego i terenowego w ciągu 2—3 dni. Mapa geologiczna była wyzyskiwana do ustalania treści konturów. Zasięgi konturów wykreślono na podstawie interpretacji

zdjęć lotniczych. Na kalkę interpretacyjną (kodatras) naniesiono treść konturów oraz wyniki interpretacji zdjęcia: granice konturów (pewne i prawdopodobne), punkty do wykonania wierceń i dokładniejszego zdefiniowania jednostek glebowych, punkty przebiegu granicy między konturami, wymagające wyjaśnienia w terenie. Na mapie topograficznejznaczono marszrutę prac terenowych, numery punktów badań, a w dzienniku polowym zanotowano program obserwacji dla każdego punktu.

Po powrocie z terenu analizowano pod stereoskopem ponownie ten sam obszar i redagowano jego ostateczną mapę. Z kolei wykonywano interpretację następnego fragmentu obszaru i przygotowywano program pracy terenowej. Całość obszaru opracowano, pozostając w jednej bazie i dysponując samochodem w przypadku konieczności wyjazdu w teren. Opisano łącznie około 500 punktów (odkrywki, sondy świdrem, punkty obserwacji pobieżnej warstwy powierzchniowej). Uzyskane materiały miały dokładność większą niż niezbędna dla uproszczonej mapy 1 : 50 000, prawie wystarczającą dla pełnowartościowej mapy 1 : 50 000.

Kontury wykreślone na kodatrasie lub na zdjęciach przeniesiono na mapę 1 : 50 000 za pomocą przetwornika optycznego „Wilda”. Na materiale przezroczystym sporządzono również przezrocze mapy i odbitki, na których zredagowano mapy przydatności gleb do poszczególnych celów (rolnictwo, warzywnictwo itp.). Można było reprodukować je na papier albo wzajemnie nakładać na siebie i dać ostateczną całościową ocenę terenu.

Ogół prac nad mapą gleb wykonano w ciągu jednego miesiąca (ponieważ był to styczeń, brak pokrywy roślinnej znacznie ułatwiał prace terenowe). Wynika z tego, że dobre zdjęcia lotnicze mogą przyspieszyć wykonywanie map glebowych.

ZWIĄZKI MIĘDZY GLEBAMI A ICH OBRAZAMI NA ZDJĘCIACH LOTNICZYCH

Najistotniejsze w całej tej pracy było skojarzenie zależności, jakie mogły wystąpić między różnymi jednostkami glebowymi a ich obrazami na zdjęciach lotniczych z nalotu zimowego. Na kartowanym obszarze spodziewać się można było gleb: brunatnych wylugowanych, *lessivés* właściwych, *lessivés* odgórnie oglejonych, brunatnych węglanowych, rędzin, gleb deluwialnych, mad. Skałami macierzystymi — jak już wspomniano — były głównie: lessy, wapienie, margle, trzeciorzędowe piaski, gliny, skały osadowe scementowane niewęglanowe.

Ogólne zależności między glebami a ich obrazami na zdjęciach lotniczych powinny być w tych warunkach następujące:

1. Gleby zawierające w wierzchniej warstwie węglany odfotografują się w tonie jasnym aż do białego na wychodniach wapieni.

2. Gleby bezwęglanowe odfotografują się w tonach ciemniejszych, tym intensywniejszych, im zwężlejsza jest skała macierzysta.

W przypadku wątpliwości, czy jasna plama pochodzi od węglanów, czy też jest to gleba wytworzona z piasku, pomóc miała mapa geologiczna. Kiedy zaś nie wiadano, czy plama ciemna związana jest z ciężkim składem mechanicznym, czy też z nadmiernym uwilgotnieniem, posługiwano się analizą rzeźby terenu na modelu stereoskopowym.

Najciekawszymi przypadkami nie mieszczącymi się w powyższym schemacie były:

- 1) kontury gleb brunatnych węglanowych,
- 2) obrazy gleb podatnych na rozmycie struktury w warstwie powierzchniowej.

Gleby brunatne węglanowe związane były głównie z płytkimi lessami na wapieniach lub marglach. Skała węglanowa znajdowała się zbyt głęboko, aby przy orce wydostawały się na powierzchnię okruchy, ale jednocześnie na tyle płytko, że warstwa wierzchnia zawierała znaczną ilość węglanów rozproszonych i burzyła się intensywnie z kwasem solnym. W okresie zimowym w parocentymetrowej wierzchniej warstwie występowała struktura drobnogruzelkowata do grubokaszkowatej. Powierzchnia tych gleb miała w związku z tym odcień dość ciemny, ciemniejszy niż gleb brunatnych właściwych i znacznie ciemniejszy niż rędzin. Gleby te z reguły zajmowały pasy przejściowe między rędzinami a glebami brunatnymi właściwymi (wzrost miąższości pokrywy lessowej na skale węglanowej). Na zdjęciu lotniczym był to ciemny kontur między jaśniejszym (gleby brunatnej właściwej) i jasnym (rędziny). Mieliliśmy tu przypadek, kiedy o obrazie gleby na zdjęciu lotniczym zdecydowała w większym stopniu struktura powierzchni niż zawartość węglanów.

W glebach bezwęglanowych rozmycie struktury w warstwie powierzchniowej było zjawiskiem powszechnym. Zima jest tu stosunkowo ciepła i wilgotna; powierzchnia gleby zamarza na krótko. Ponieważ na ogół nie ma pokrywy śniegu, a deszcz, choć mało intensywny, pada prawie codziennie, gleby o kompleksie sorpcyjnym — już częściowo nie nasyconym — ulegają rozmyciu. Na powierzchni wytwarzają się smugi stanowiące cienkie warstewki złożone z ukierunkowanych cząstek z przewagą pyłu drobnego. Między smugami materiał jest wzbogacony w ziarna kwarcu, a więc jaśniejszy. Smugi charakteryzują się powierzchnią gładką, są zubożone w próchnicę i dlatego też jasne. W całości daje to na zdjęciu lotniczym ton jasny, wiele jaśniejszy niż by wynikało ze składu granulometrycznego gleby, który sugeruje, że mamy do czynienia z glebą wytworzoną z piasku.

Zjawisko rozmycia powierzchni pojawia się już w glebach brunatnych wylugowanych, a powszechne jest w glebach *lessivés*. Jego intensywność może być jednym z kryteriów rozdzielania tych gleb w terenie.

Jak już wspominaliśmy, rozmycie powierzchni nie występuje w glebach brunatnych węglanowych, można więc na podstawie struktury warstwy powierzchniowej poprowadzić kontury rozgraniczające te gleby.

Na analizowanych zdjęciach lotniczych zdarzało się również, że gleby brunatne wyługowane i *lessivés* miały obraz ciemniejszy niż sąsiadujące gleby brunatne węglanowe. Regularne kształty konturów wyjaśniały jednak, że było to spowodowane późniejszą orką gleb *lessivés* (w regionie tym orze się do końca grudnia i struktura ostrej skiby nie została jeszcze rozmyta).

Spośród innych poznanych i ciekawych przypadków identyfikowania gleb na podstawie ich obrazu na zdjęciach wymienimy:

1. Liczne nieregularne ciemne plamy w konturze gleby brunatnej wytworzonej z lessu, które związane były nie z mikrorzeźbą i małymi wilgotniejszymi obniżeniami ani z większą ilością próchnicy, lecz z płytszym występowaniem mało przepuszczalnego marglu ilastego.

2. W miejscu przejścia gleb *lessivés* (głębokie i średnio głębokie lessy) do pseudoglejowych (płytkie lessy na konglomeratach) na zdjęciu wyraźnie uwidoczniła się zmiana gęstości podszytu w lessie. Dzięki temu można było z wystarczającą dokładnością poprowadzić granicę konturu glebowego.

3. W innym miejscu wraz z odmienną miąższością lessu, choć bez tak wyraźnej jak poprzednio zmiany stosunków wodnych, uwidoczniła się na zdjęciu zmiana składu gatunkowego i gęstości drzewostanu.

Po uchwyceniu wymienionych i wielu innych współzależności między glebami a ich obrazami na zdjęciach liczba przypadków rozminięcia się interpretacji z rzeczywistością w terenie zmalała do 1/4 notowanych na początku.

PODSUMOWANIE

Na podstawie krótkiego doświadczenia można powiedzieć, że w regionach o podobnych do Niziny Wersalskiej warunkach fizyczno-geograficznych do wykonania mapy gleb w skali 1 : 50 000 wystarczającymi materiałami źródłowymi będą: dobre zdjęcia lotnicze panchromatyczne czarno-białe, wykonane gdy gleba nie jest pokryta roślinnością, mapa topograficzna 1 : 25 000, mapa geologiczna 1 : 50 000. Tok pracy byłby następujący:

1. Określenie związków między jednostkami morfolitogenicznymi i jednostkami glebowymi.

2. Ustalenie przewidywanych związków między glebami a ich obrazami na zdjęciach lotniczych.

3. Wyznaczenie na podstawie mapy geologicznej i zdjęć lotniczych konturów jednostek glebowych.

4. Zaprogramowanie wierceń niezbędnych do opisanie w terenie wydzielonych jednostek glebowych.

5. Wykonanie wierceń, opisy gleb, weryfikacja związków ustalonych w punktach 1 i 2.

6. Sprawdzanie w terenie w sposób ciągły wyników interpretacji kameralnej.

7. Ostateczne wykreślenie konturów.

Mimo iż mówimy tu o określaniu zależności między glebami a ich obrazami na zdjęciach, nie będzie to lansowana w poprzednich latach metoda kluczy. Ustalonych zależności nie przenosi się mechanicznie na obszary przyległe, jak w metodzie kluczy, a na całym obszarze poza tonem i strukturą obrazu wykorzystuje się znajomość praw rządzących geograficznym rozmieszczeniem gleb i, wyznaczając każdy kontur, odpowiada się na pytanie, czy ta właśnie jednostka glebowa może wystąpić w splocie dających się odczytać z mapy geologicznej i zdjęcia lotniczego czynników środowiska przyrodniczego.

Uwzględniając prace terenowe, byłaby to w całości metoda bliższa kartowaniu ciągłemu niż metodzie kluczy.

STANISŁAW BIAŁOUSZ

PHOTOINTERPRETATION IN SOIL MAPPING, STUDIED ON THE BASIS OF WORK CARRIED OUT TO DEVELOP 1 : 50 000 SOIL MAPS OF THE VERSAILLES PLAIN

S u m m a r y

A soil map to a scale of 1 : 50 000 was developed for an area of 50 000 hectares situated in the Versailles plain. Source material was formed of: a 1 : 50 000 geological map, black-and-white panchromatic aerial photographs of the area on a scale of 1 : 25 000, topographical maps.

The following work procedure was found to give the best results:

- 1) determination of the accuracy of definition of the various soil units,
- 2) determination of the relation between the units distinguished on the geological map, and the various soil units,
- 3) establishing the anticipated relations between the soils and their appearance in the aerial photographs,
- 4) interpretation, on the basis of the geological map and the aerial photographs, of the contours of the soil units,
- 5) drawing up a programme for test drilling to obtain a full description of the soil units distinguished,
- 6) preparing a description of the individual soils, verifying the relations established in points 2 and 3,
- 7) conducting field checks, on a permanent basis, of the laboratory interpretation results,
- 8) final delineation of contours.

STANISŁAW BIAŁOUSZ

**LA PHOTOINTERPRÉTATION DANS LA CARTOGRAPHIE DE SOLS —
REMARQUES SUR L'ÉLABORATION DE LA CARTE DE SOLS DE LA
PLAINE DE VERSAILLES À L'ÉCHELLE DE 1 : 50 000**

R é s u m é

On a élaboré la carte sols à l'échelle de 1 : 50 000 d'une partie (50 000 ha) de la Plaine de Versailles. La carte géologique 1 : 50 000, photographies aériennes panchromatiques à l'échelle de 1 : 25 000, cartes topographiques ont constitué le matériel de source.

La méthode suivante de travail s'est révélée la meilleure:

- 1) établissement de la précision de définition des unités de sols,
- 2) définitions des relations entre les unités différenciées sur la carte géologique et les unités de sols,
- 3) établissement des liaisons prévues entre les sols et leurs images sur les photos aériennes,
- 4) interprétation des contours des unités de sols selon la carte géologique et les photos aériennes,
- 5) programmation des sondages pour la description sur le terrain des unités de sols séparées,
- 6) description de sols, vérification des relations établies aux points 2 et 3,
- 7) vérification sur le terrain, de façon continue, des résultats d'interprétation camérale,
- 8) tracement définitif des contours.