

1.8. PROGRAM POMIAROWY F1: CHEMIZM ROZTWORÓW GLEBOWYCH

Jerzy Marcinek, Jolanta Komisarek (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu)

CEL POMIARÓW:

W trakcie przesiąkania kwaśnych wód opadowych przez glebę następuje rozpuszczanie minerałów, intensyfikacja procesów wietrzeniowych, uwalnianie zasadowych kationów, które następnie mogą zostać włączone do obiegu biologicznego lub być wymyte w głąb, do wód gruntowych i dalej do rzek i jezior. Program pomiarów chemizmu wód glebowych jest bardzo istotny dla poznania powiązań procesów geohydrochemicznych z ich biologicznymi/mikrobiologicznymi efektami.

ZALECANA METODYKA:

zasady instalacji lizymetrów

lokalizacja lizymetrów

Lizymetry powinny być zlokalizowane na poletka badawczych w pobliżu punktów pomiarowych opadu podkoronowego. Podstawową zasadą jest usytuowanie poletek do badania opadu w lesie i lizymetrów w obrębie tego samego obszaru (ekosystemu, zbiorowiska roślinnego).

Lizymetry powinny być rozlokowane losowo lub systematycznie na całej powierzchni pomiarowej. Punkty opadu podkoronowego oraz lizymetry powinny być bezwzględnie zlokalizowane poza strefą buforową glebowej powierzchni testowej. Lizymetry można zlokalizować przy leśnych duktach lub ścieżkach w celu uniknięcia dodatkowego zagęszczania gleby i niszczenia roślinności.

głębokość instalacji lizymetrów

Lizymetry można instalować w obrębie wybranych poziomów genetycznych gleb lub na zadanych głębokościach, w zależności od rozlokowanej masy korzeniowej. Próbniki powinny być zainstalowane prostopadle do powierzchni terenu co najmniej na dwóch głębokościach, tj. w obrębie głównej masy korzeniowej na głębokości od 10 do 20 cm oraz poza główną masę korzeniową na głębokości od 40 do 80 cm (0 = strop poziomu mineralnego). Jeżeli w glebach występuje poziom organiczny, to lizymetry należy zainstalować również poniżej poziomu organicznego. W tym przypadku zaleca się stosowanie lizymetrów grawitacyjnych, gdyż lizymetry pociśnieniowe nie mają dobrego kontaktu hydraulicznego z materią organiczną (Manual 1998).

Należy czynić starania, aby instalacja próbników nie powodowała nadmiernych zaburzeń gleby. Najkorzystniej jest stosować do tego celu świder glebowy o średnicy nieco większej niż średnica próbника. Materiał wydobyty z otworu należy przesiać przez sito 0,5 lub 0,75 mm oddzielając gruby żwir i kamienie. Aby zapewnić dobry kontakt hydrauliczny (kapilarny) między porowatą powierzchnią cylindrycznej końcówki próbника a glebą wypełnić należy dno wywierconego otworu półpłynną mieszaniną przesianego lokalnego materiału glebowego i wody destylowanej, a następnie osadzić w niej próbnik. W wolną przestrzeń między ścianami otworu a rurą próbника wsypać wybraną poprzednio i przesianą glebą ubijając ją ciągle starannie. Powierzchnia gleby nad lizymetrem i w jego bezpośrednim otoczeniu nie może być zasłonięta czymkolwiek co wpływałoby na normalny proces przesiąkania wody.

Liczba powtórzeń

Na każdym poletku testowym (o ile pozwalają na to środki finansowe) roztwory glebowe powinny być pobierane w minimum 3-6 powtórzeniach z każdej głębokości (Manual 1998). Liczba powtórzeń jest uzależniona od zmienności przestrzennej składu chemicznego roztworów glebowych.

pobór próbek roztworów glebowych

Próbki wody glebowej pobierać należy w interwałach miesięcznych, w tym samym czasie, w którym prowadzone są badania w pozostałych podprogramach. Można stosować różne próbki cylindryczne z materiałem porowatym umieszczonym na dole, po bokach, lub ze wszystkich stron. Porowata powierzchnia przewodząca jest zazwyczaj połączona z rurą (rurką) z nieprzewodzącego (nieporowatego) wodę materiału, poprzez którą wytwarzane jest podciśnienie i pobierana próbka. Stosować można cylindryczne, porowate końcówki lizymetrów wykonane zarówno z teflonu, porcelany jak i zgrzewanego szkła włóknistego (waty szklanej). Nie należy używać próbników ceramicznych mikroporowatych (rzędu $1\mu\text{m}$) ponieważ wpływa to w istotny sposób na koncentrację fosforanów, metali ciężkich i substancji humusowych.

Aby pobrać wodę należy wytworzyć w próbniku podciśnienie rzędu 0,3 do 0,6 bara (300 do 600 hPa) na okres od 18 godzin do dwóch tygodni, zależnie od typu cylindrycznej końcówki lizymetru. Lizymetry połączone z dużymi zbiornikami podciśnieniowymi (2 dm^3) mogą utrzymywać takie podciśnienie przez dłuższy czas bez dodatkowego pompowania. Obsługa próbника jest uwarunkowana od zjawiska wysychania por cylindrycznej końcówki umożliwiającego wnikanie weń powietrza. Decydujące znaczenie ma tu wielkość por - im są mniejsze tym wolniej postępuje wysychanie. Na obszarach, gdzie zalega dłuższy czas pokrywa śnieżna, próbki nie są w tym czasie pobierane.

Podciśnienie wewnątrz próbника powoduje przemieszczanie się wilgoci z gleby poprzez porowatą ceramiczną końcówkę do wnętrza próbника. Tempo zbierania się roztworu glebowego w próbniku zależy od kapilarnego przewodnictwa gleby, ciśnienia ssącego gleby (mierzonego na przykład za pomocą tensjometrów) i wartości podciśnienia wytworzonego wewnątrz próbника. W glebie charakteryzującej się dobrym przewodnictwem i o wilgotności zbliżonej do poziomu połowej pojemności wodnej (10 do 30 centybarów ciśnienia ssącego na manometrze tensjometru) znacząca objętość wody zebrać się może w ciągu kilku godzin. W mniej sprzyjających warunkach potrzeba kilku- kilkunastu dni na zebranie próbki o objętości wystarczającej do analiz.

Normalnie w lizymetrach stosuje się podciśnienie w granicach 50 do 85 centybarów (500 - 850 hPa, 375 - 638 mm Hg). W bardzo piaszczystych glebach stwierdzono jednakże, że wytworzenie w próbniku wysokiego podciśnienia powoduje wyraźnie wolniejsze tempo zbierania się roztworu glebowego niż niższe podciśnienie. W gruboziarnistym piasku wysokie podciśnienie w próbniku powoduje gwałtowne obniżenie wilgotności gleby w bezpośrednim otoczeniu porowatej cylindrycznej końcówki i związaną z tym redukcję przewodności kapilarnej i powstanie bariery (przeszkody) utrudniającej w tych warunkach swobodny przepływ wilgoci. W piaskach gliniastych i glinach piaszczystych nasyconych do poziomu połowej pojemności wodnej wytworzenie 50 centybarów podciśnienia powoduje zebranie się w próbniku po 24 godzinach od $300\text{ do }500\text{ cm}^3$ roztworu glebowego.

Jeżeli do lizymetrów przenika powietrze należy je wymienić. Instalacja nowego lizymetru pociąga za sobą rozpoczęcie nowej serii pomiarowej, nie zaś kontynuację tej ze „starego” lizymetru. Powodem wymiany przyrządu może być także jego starzenie się po kilku latach powodujące wzmożoną korozję (wietrzenie) ceramicznej końcówki. Próbniki wód glebowych nie wymagają żadnej konserwacji oprócz zabezpieczenia przed fizycznym uszkodzeniem wystającego z gruntu końca rury i wężyka doprowadzającego. Koniec wężyka doprowadzającego

powinien być osłonięty lub zatkany, aby uniemożliwić dostawanie się do wnętrza substancji i organizmów mogących zanieczyścić próbkę. Przemarznięcie gruntu nie jest szkodliwe dla próbników. Mogą one być pozostawione w terenie (w glebie) przez cały rok.

Ze względu na znaczne zróżnicowanie przestrzenne właściwości chemicznych gleby zaleca się nie łączyć pobranych indywidualnych próbek roztworów glebowych w próbę zbiorczą. Jeżeli jest to nie możliwe można wyłącznie połączyć próbki reprezentujące tą samą głębokość poboru. **Nie dozwolone jest łączenie próbek z różnych głębokości poboru** (Manual 1998).

Do zbierania, transportu i przechowywania próbek wód glebowych należy używać pojemników mytych każdorazowo roztworem kwasu (aneks 2).

Próbki wód glebowych winny być niezwłocznie po pobraniu przesączone (sączki membranowe 0,40-0,45 μm) i przelane do umytych w kwasie polietylenowych butelek umieszczonych w foliowych workach i przetransportowane do laboratorium (zalecane jest używanie izotermicznych pojemników). Pomiar pH i przewodności elektrolitycznej należy wykonać przed przesączeniem próbek. Do sączenia nie należy używać sączków z bibuły filtracyjnej.

Szczegółowe informacje o utrwalaniu próbek wody zamieszczono w Aneksie nr 2.

Objętość pobranego roztworu glebowego nie może być użyta do obliczenia przepływu w ody w profilu glebowym (Manual 1998)

Zalecane metody analityczne

Zalecana analityka laboratoryjna została zamieszczona w Aneksie nr 2.

Kontrola jakości badań

Procedury weryfikacji analiz chemicznych zamieszczono w Aneksie nr 5.

Przepływ wody glebowej

Ażeby można było wyliczyć „przepływ wody glebowej” na powierzchniach testowych, na których są zainstalowane lizymery należałoby tak sparametryzować środowisko glebowe i uzyskać takie dane, żeby bez trudności można było wyliczyć strumień przepływającej wody glebowej w odpowiednich modelach.

Ażeby sprostać temu zadaniu należałoby sparametryzować glebę poletka pomiarowego. W tym celu należy:

1. Dokładnie opisać profil glebowy reprezentatywny dla poletka pomiarowego.
2. Pobranie próbek glebowych o strukturze nienaruszonej i naruszonej z każdego poziomu czy też warstwy glebowej.
3. Pomierzyć w terenie krzywe infiltracji oraz krzywe perkolacji w poszczególnych poziomach glebowych (infiltrometrami pojedynczymi w sześciu powtórzeniach).
4. W próbkach o strukturze nienaruszonej wykonać oznaczenia standardowe.
5. W próbkach o strukturze naruszonej oznaczyć gęstość objętościową gleby suchej, a ponadto – krzywe retencyjności wody glebowej ($\theta - \psi$).
6. Na podstawie krzywych retencyjności wody glebowej wyliczyć przewodność hydrauliczną gleby nienasyconej ($K - \psi$) (van Genuchten 1980).

Do obliczenia strumienia wody glebowej można zastosować jeden z modeli powszechnie stosowany np. model Kutilka i Nielsena (1994). Metodyka badań gleboznawczych (punkty 1-2,

4) zamieszczona jest w opisie podprogramu *Gleby E1*. Pozostałe informacje zawarte są pracach wymienionych w spisie literatury.

Badania uzupełniające

Co najmniej raz w roku na powierzchni testowej, na której prowadzony jest monitoring roztworów glebowych należy wykonać pomiar parametrów fizykochemicznych gleby. Próbki gleby należy pobrać z głębokości, na których prowadzony jest pobór roztworów glebowych oraz w poziomie próchnicznym. Profile glebowe (lub odwierty) powinny być zlokalizowane w pobliżu stanowisk poboru wód glebowych. Jednak w takiej odległości od lizymetrów, która uniemożliwi uszkodzenie próbników. Nie należy łączyć próbek glebowych z poszczególnych stanowisk pomiarowych i głębokości poboru. Każdą próbkę glebową należy analizować indywidualnie.

Należy zmierzyć następujące parametry:

parametr	Kod w bazie danych
Odczyn (pH) zawiesiny w H ₂ O	PH_EW20
odczyn (pH) zawiesiny w CaCl ₂	PH_EC20
odczyn (pH) zawiesiny w KCl	PH_EK20
kwaskowość wymienna	ACI_ET
całkowita kwasowość wymienna	ACI_ETB
glin wymienny	AL_E

Uzyskane wyniki należy umieścić w bazie danych programu E1 – gleby, zgodnie z przyjętymi standardami. W polu data należy podać miesiąc pobrania próbek gleby (format: RRRR-MM-00).

Metodyka wykonywania analiz zamieszczona jest w rozdziale 7.7 (program pomiarowy gleby).

PARAMETRY POMIAROWE:

program podstawowy

Parametr	Kod	Lista kodowa	Jednostka - dokładność (ilość miejsc dziesiętnych)	Częstotliwość
przewodność elektrolityczna właściwa	COND	DB	mS/m..... 1	12/rok
odczyn (pH)	PH	DB	[-] 2	....
wodorowęglany (pH > 4,5)	HCO3	ZM	mg/dm ³ 1	....
siarka siarczanowa S-SO ₄	SO4S	DB	mg/dm ³ 1	....
azot azotanowy N-NO ₃	NO3N	DB	mg/dm ³ 2	....
azot amonowy N-NH ₄	NH4N	DB	mg/dm ³ 2	....
fosfor ogólny P _{ogól.}	PTOT	DB	µg/dm ³ 1	....
chlorki Cl	CL	DB	mg/dm ³ 1	....
wapń Ca	CA	DB	mg/dm ³ 1	....
magnez Mg	MG	DB	mg/dm ³ 1	....
sód Na	NA	DB	mg/dm ³ 1	....
potas K	K	DB	mg/dm ³ 1	....

program rozszerzony

Parametr	Kod	Lista kodowa	Jednostka - dokładność (ilość miejsc dziesiętnych)	Częstotliwość
aktualna wilgotność gleby	ASM	ZM	% objętościowe 1	12/rok
przesiákanie wody glebowej	FLOW	DB	dm ³ /s/km ² .. 1	....
glin	AL	DB	µg/dm ³ 1	....
rozpuszczony węgiel organiczny RWO	DOC	DB	µg/dm ³ 1	....
krzemionka SiO ₂	SIO2	DB	mg/dm ³ 1	....
żelazo Fe	FE	DB	µg/dm ³ 1	....
mangan Mn	MN	DB	µg/dm ³ 1	....
kadm Cd	CD	DB	µg/dm ³ 2	....
miedź Cu	CU	DB	µg/dm ³ 2	....
ołów Pb	PB	DB	µg/dm ³ 2	....
cynk Zn	ZN	DB	µg/dm ³ 2	....
nikiel Ni	NI	DB	µg/dm ³ 2	....
arsen As	AS	DB	µg/dm ³ 2	....
chrom Cr	CR	DB	µg/dm ³ 2	....

ZAPIS DANYCH W RAPORCIE ROCZNYM

W każdym raporcie powinna znaleźć się następująca informacja:

Liczba próbek wody poddanych kontroli bilansu jonowego i wynik tej kontroli: ile próbek nie spełniło kryteriów bilansu jonowego.

Tabela Metody poboru prób i oznaczeń chemizmu wód roztworów glebowych (dane przykładowe).

metody poboru prób	
głębokość (cm)	typ metody/lizymetru
5	lizymetr grawitacyjny
30	lizymetry podciśnieniowe
....	
metody oznaczania	
Składnik¹	Metoda oznaczania
SO ₄	chromatografia jonowa
Na	ICP-AES
.....	

¹Należy dla wszystkich parametrów podać zastosowaną analitykę laboratoryjną

Tabela Właściwości fizykochemiczne roztworów glebowych na głębokości 15cm (charakterystyki roczne).

	okres	S-SO ₄	SO ₄	N-NO ₃	NO ₃	HCO ₃	P _{ogól}	Cl	N-NH ₄	NH ₄	Na	K	Mg
		mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	μg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm^{3}
średnia ¹	rok hydrologiczny (.....)												
SD ²													
min													
max													
średnia ¹	Wielolecie ³ (.....)												
SD ²													
min													
max													
	okres	Ca	pH	przewodność									
			mg/dm ³	[-]	mS/m								
średnia ¹	rok hydrologiczny (.....)												
SD ²													
min													
max													
średnia ¹	wielolecie ³ (.....)												
SD ²													
min													
max													

tabele należy sporządzić dla każdej monitorowanej głębokości w profilu glebowym oraz dla zakresu rozszerzonego jeżeli jest wykonywany.

¹ jeżeli przesiakanie (przepływ) lub wilgotność gleby są oznaczane należy podać wartość jako średnią ważoną, w innym przypadku podajemy średnią arytmetyczną,

² w obliczeniu odchylenia standardowego należy posłużyć średnią arytmetyczną,

³ wielolecie obejmuje okres dostępnych pełnych lat obserwacyjnych z uwzględnieniem roku raportowania.

Tabela Miesięczne właściwości fizykochemiczne roztworów glebowych na głębokości 15cm.

miesiąc	S-SO ₄	SO ₄	N-NO ₃	NO ₃	HCO ₃	P _{ogól}	N-NH ₄	NH ₄	Cl	Na	K	Mg	Ca	pH	przewo- dność
	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	µg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	[-]	mS/m
XI															
XII															
I															
...															
X															

tabele należy sporządzić dla każdej monitorowanej głębokości w profilu glebowym oraz dla zakresu rozszerzonego jeżeli jest wykonywany.

ZAPIS DANYCH W BAZIE DANYCH ZMŚP

podprogram: F1-chemizm rozтворów glebowych (wybrane parametry)

podprogram	obszar	instytucja	stanowisko	kod medium	lista medium	poziom	data	skala	parametr	lista parametru	wartość	wsk. jakości danych	wsk. typu danych	kod metody wstępnego przyg. próby	lista metod wstępnego przyg. próby	kod metody analitycznej	lista metod analitycznych	jednostka
1-2	3-6	7-8	9-11	12-19	20-21	22-25	26-35	36-38	39-48	49-50	51-57	58-58	59-59	60-65	66-67	68-70	71-72	73-102
tekst	tekst	tekst	tekst	tekst	tekst	liczba	tekst	liczba	tekst	tekst	liczba	tekst	tekst	tekst	tekst	tekst	tekst	tekst
F1	09ZM	SW	010	RD3	ZM	15	2003-11-00	1	PH	DB	4.04		W			EL	DB	[-]
F1	09ZM	SW	010	RD3	ZM	15	2004-10-00	1	COND	DB	15.1		W			CN	DB	mS/m
F1	09ZM	SW	010	RD3	ZM	15	2004-07-00	1	K	DB	6.50			F1	DB	AAF	DB	mg/dm ³
F1	09ZM	SW	010	RD3	ZM	15	2004-09-00	1	NH4N	DB	0.55			F1	DB	SP	DB	mg/dm ³
F1	09ZM	SW	010	RD3	ZM	15	2004-06-00	1	ALL	ZM	482,0			F1	DB	PLM	DB	ug/dm ³

W danych przekazywanych do bazy danych podajemy formę pierwiastkową SO₄, NO₃, NH₄. Formuły do przeliczeń zamieszczone są w Aneksie nr 1.

- podprogram (kolumny 1-2) zawiera kod podprogramu,
- obszar (kolumny 3-6) – kod Stacji Bazowej,
- instytucja (kolumny 7-8) kod instytucji wykonującej pomiar,
- stanowisko (kolumny 9-11) kod stanowiska,
- kod medium (kolumny 12-19) kod medium- należy podać podtyp lub typ gleb według Systematyki Gleb Polski (Aneks 6),
- lista medium (kolumny 20-21) kod listy (ZM),
- poziom (kolumny 22-25) – należy podać głębokość (w cm) umieszczenia końcówki lizymetra,
- data (kolumny 26-35) należy podać datę miesięczną (RRRR-MM-00),
- skala (kolumny(36-38) liczba pojedynczych lizymetrów umieszczonych w jednym poziomie,
- parametr (kolumny 39-48),
- lista parametru (kolumny 49-50) kod listy, która zawiera dany parametr (DB, ZM, IM),
- wartość (kolumny 51-57),
- wskaźnik jakości danych (kolumna 58) – Aneks 11,

- wskaźnik typu danych (kolumna 59) – Aneks 10, jeżeli przesiakanie (przepływ) lub wilgotność gleby są oznaczane, a pobór próbek i analizy chemiczne są wykonywane częściej niż raz w miesiącu należy podać wartość jako średnią ważoną (W) lub arytmetyczną (X) w przypadku braku wagi. Dla wartości miesięcznych pole pozostaje puste,
- kod metody wstępnego przygotowania próby (kolumny 60-65) – Aneks 4,
- lista metod wstępnego przygotowania próby (kolumny 66-67) (DB, ZM),
- kod metody analitycznej (kolumny 68-70) - Aneks 3,
- lista metod analitycznych (kolumny 71-72) (DB, ZM),
- jednostka (kolumny 73-102),

LITERATURA

- Kutilek M., Nielsen D. R.**, 1994, Soil Hydrology, CREMLINGEN-Destedt: Catena-Verlag.
- Marcinek, J., Komisarek, J.**, 1990: Pojemność wymienna kationów i czas migracji składników rozpuszczalnych w wodzie od powierzchni gleby do zwierciadła wód gruntowych. Prace Komisji Nauk Rol. i Kom. Nauk Leśnych PTPN, 69, 71-86.
- Manual**, 1993: Manual for Integrated Monitoring. Programme Phase 1993-1996. Environment Data Centre, National Board of Waters and the Environment, Helsinki, 52-54.
- Manual** 1998: Manual for Integrated Monitoring International Co-operative Programme on Integrated Monitoring of Air pollution Effects on Ecosystems, ICP IM Programme Centre Helsinki, on-line
- Van Genuchten M. TH**, 1980, A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Am. J., vol. 4, 892-898.