

## 1.7. PROGRAM POMIAROWY E1: GLEBY

Jerzy Marcinek, Jolanta Komisarek (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu)

### CEL POMIARÓW:

Gleba jest złożonym systemem regulującym funkcjonowanie ekosystemów lądowych dzięki temu, że jest źródłem, środowiskiem przetwarzania i magazynowania składników pokarmowych i wody dla roślin, a ponadto jest reaktorem, buforem, filtrem fizycznym, chemicznym i biologicznym dla różnego rodzaju zanieczyszczeń krążących w środowisku w różnych formach i w różnym stężeniu. Gleba jest więc ważnym źródłem i amortyzatorem biogeochemicznych cykli, włącznie z CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i NO<sub>x</sub>. Ukształtowane w wyniku wzajemnego oddziaływania klimatu, materiałów macierzystych i roślinności w warunkach określonego reliefu i hydrologii gleby mają właściwości względnie stabilne. Charakter i dynamikę procesów nieprzerwanie kształtujących właściwości gleb można kwantyfikować i wkomponowywać w większe systemy modeli globalnych zmian na powierzchni Ziemi.

Właściwości gleby uwarunkowane są głównie zawartością substancji organicznej, tempem jej rozkładu, zawartością frakcji ilastej i ilością wymiennych jonów zadsorbowanych na cząstkach koloidalnej fazy stałej. Na cechy te wpływa także roślinność poprzez system korzeniowy i akumulację ściółki.

W programie szczególną uwagę zwrócono na relacje kwasowo-zasadowe i koncentracje najważniejszych biogenów. Umożliwia to ocenę długookresowych procesów zakwaszania i eutrofizacji gleb.

### ZALECANA METODYKA:

#### *Lokalizacja powierzchni testowej monitoringu gleb*

Badania gleboznawcze na powierzchniach stacjonarnych mają na celu rejestrację tych wszystkich procesów i ich efektów, które wiążą się z dopływem różnych substancji do gleby, ich reakcją z materiałem glebowym, a także ich przetwarzaniem w procesach glebotwórczych. Wybór powierzchni do badań stacjonarnych musi opierać się na dobrej znajomości pokrywy glebowej, a więc na dobrze wykonanych mapach glebowych w odpowiedniej skali i z odpowiednią dokładnością (patrz aneks 14). Powierzchnia taka powinna spełniać określone kryteria:

- musi ją budować jednorodna pokrywa glebowa tworząca konsocjacje ze zdecydowaną przewagą jednego polipedu;
- położenie w terenie powierzchni testowej (równina, stok o różnym stopniu nachylenia, zakłębienie terenowe itp.) musi w przybliżeniu gwarantować określoną jej gospodarkę wodną;
- dokumentacja gleboznawcza terenu otaczającego powierzchnię testową powinna dostarczać informacji o: a) budowie pedonu, jego zmienności regionalnej, właściwościach; b) właściwościach fizyczno-wodnych, chemicznych, biologicznych; c) powiązaniu genetycznym i klasyfikacyjnym gleb powierzchni z pokrywą glebową regionu;
- jednorodny polipeton tworzący powierzchnię testową powinien mieć ogólną powierzchnię tak dużą (np. 2-5 ha), żeby można było tę powierzchnię powiększyć, przesunąć, zmienić jej położenie bez utraty ciągłości badań;

- wybrana powierzchnia powinna reprezentować specyfikę środowiska przyrodniczego danego regionu.

## **Schemat opróbowania powierzchni testowej**

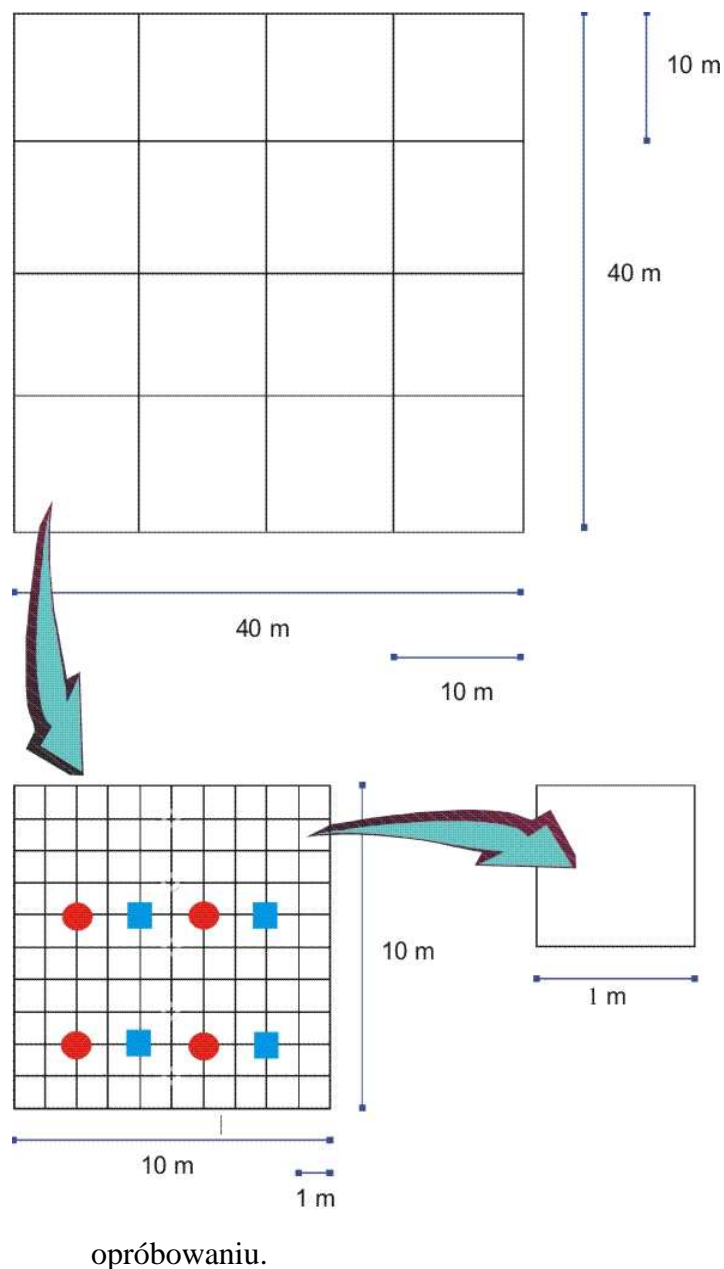
Do pierwszego opróbowania powierzchni testowej należy zastosować metodę systematycznego pobierania prób w transektach. Transekty powinny przebiegać wzdłuż rzędnych, a próby powinny być pobierane w odległości 4 m jedna od drugiej (rys. 1 – próby pierwszego opróbowania zaznaczono kółkami). W ten sposób z powierzchni należy pobrać 100 prób. Po wykonaniu analiz chemicznych uzyskane wyniki należy poddać analizie statystycznej i geostatystycznej (aneks 14). W przypadku innego kształtu powierzchni niż kwadrat, transekty należy tak dobrać, ażeby z powierzchni testowej pobrać co najmniej 80 prób.

Ze względu na dużą zmienność właściwości glebowych w obrębie przebadanych powierzchni testowych, drugie opróbowanie powierzchni należy przeprowadzić w sposób analogiczny, jak pierwsze, ale próby należy pobrać z transektów przesuniętych o dwa metry w kierunku prawego boku powierzchni. Po przeprowadzeniu analizy statystycznej i geostatystycznej uzyskanych wyników badań oraz przeprowadzeniu analizy porównawczej wyników z pierwszego i drugiego opróbowania należy podjąć decyzję o sposobie opróbowania powierzchni w trakcie trzeciego etapu badań; proponujemy zastosować metodę systematycznego opróbowania lub metodę losową stratyfikowaną (Marcinek i Komisarek 2002).

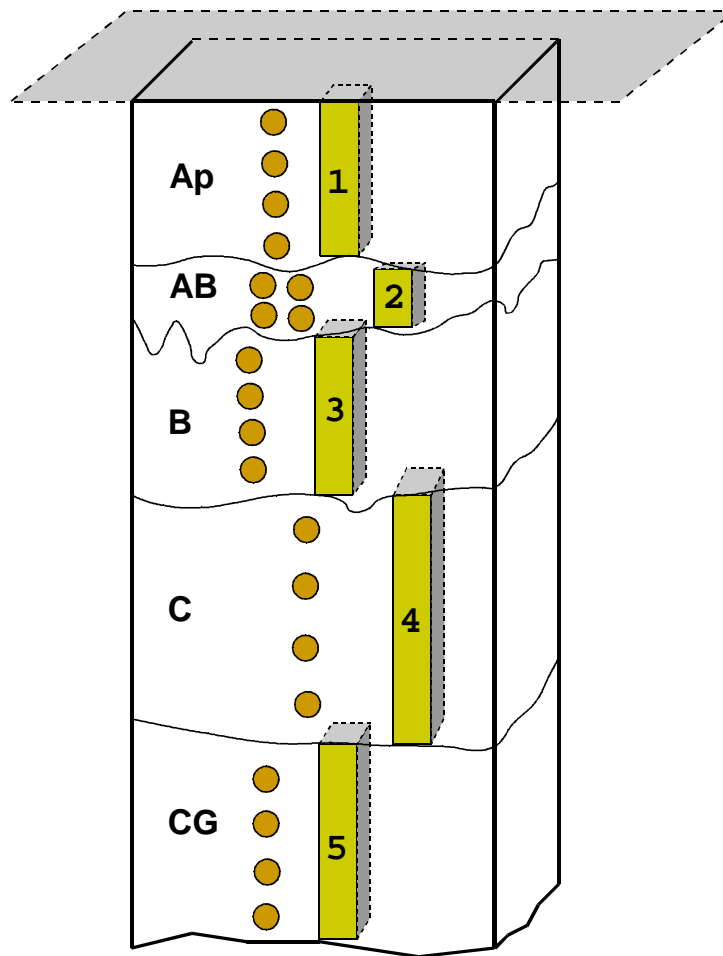
## **Opróbowanie reprezentatywnego pedonu**

Pobór próbek glebowych do analiz składników biogennych (nutrientów) i parametrów równowagi kwasowo-zasadowej wykonuje się co 5 lat w sierpniu-wrześniu.

Należy wyraźnie rozdzielić pobieranie próbek glebowych z profilu badanego (pedonu), próbek z wierzchniego poziomu gleb oraz próbek z wierzchnich warstw, których miąższość jest arbitralnie określona.



Ryc.1. Schemat opróbowania powierzchni testowej monitoringu gleb o wymiarach 40×40 m (Manual 1993, zmienione): kółkami zaznaczono miejsca poboru prób przy pierwszym opróbowaniu, kwadratami – miejsca poboru prób przy drugim



Ryc. 2. Schemat opróbowania profilu glebowego (Marcinek, Komisarek 2002)

Po sporządzeniu pełnej dokumentacji profilu glebowego (ryc. 2), próbki z profilu pobieramy z każdego poziomu i podpoziomu, a także warstwy (ryc. 2). Próbki pobieramy nie punktowo, lecz monolitycznie, tzn. z każdego poziomu, podpoziomu lub warstwy wycinamy monolit np. o powierzchni 5×5 cm, lub 10×10 cm i miąższości odpowiadającej ściśle miąższości warstwy. W ten sposób masa próbki reprezentuje badany poziom, podpoziom, warstwę. Tak pobieramy próbki o strukturze naruszonej. Monolit wycięty z profilu wkładamy w całości do odpowiedniego woreczka plastikowego. Równolegle pobiera się próbki o strukturze nienaruszonej (ryc. 2., miejsca pobrania próbek zaznaczono kółkami). Z każdego poziomu pobieramy próbki w co najmniej czterech replikacjach. Próbki o nienaruszonej strukturze, tzw. próbki objętościowe, pobieramy do cylindrów o objętości 100 cm<sup>3</sup> lub 250 cm<sup>3</sup>, które służą do oznaczenia gęstości objętościowej gleby suchej i wilgotności aktualnej danego poziomu i całego profilu. W ten sposób opróbowany profil stwarza możliwość pełnej interpretacji wyników badań. Każda powierzchnia testowa powinna mieć przebadane w sposób wyżej opisany co najmniej 4 profile, zlokalizowane w jej pobliżu, ale nie w obrębie powierzchni.

Próbki punktowe pobierane z poziomu wierzchniego, lub z kilku arbitralnie ustalonych warstw profilu glebowego powinno się pobierać z miejsc określonych losowo przy pomocy specjalnych świderów, dających monolityczne próbki objętościowe. Ażeby nie zanieczyścić powierzchni testowej, na powierzchni gleby należy rozścielać grubą plastikową folię (2×2 m), z otworem w środku. Folia ta zabezpiecza powierzchnię testową przed zanieczyszczeniem

poziomu A materiałem glebowym wydobytym z wnętrza gleby. Podobnie jak poprzednio próbki pobrane z odpowiedniej głębokości wkładamy do plastikowego woreczka szczelnie go zamykając. Próbki objętościowe pozwalają również na oznaczenie gęstości objętościowej i wilgotności aktualnej.

Pobrane próbki glebowe z profilu o wilgotności naturalnej powinno się przechowywać w ciemnym miejscu w temperaturze 4 °C, a w przypadku gdy mają być suszone - rozkładamy je w pokoju na płytach lub tacach w temp. 30-35°C. Próby należy suszyć do stałej wagi. Po wysuszeniu próbki przecieramy w moździerzu porcelanowym przy pomocy drewnianego tłuczka. Przetarte próbki powinno przesiać się przez sito o średnicy oczek 2 mm (norma międzynarodowa). Zarówno masę próbki przesianą przez sito, jak i tę, która zatrzymała się na sicie należy zważyć i obliczyć procentową zawartość szkieletu. Próbki należy przechowywać w szklanych słojach lub plastikowych pudełkach, w suchym i ciemnym pomieszczeniu. Próbki te następnie mogą być w różny sposób przygotowywane do analiz.

Specyficzne metody analityczne materiału glebowego zestawiono w tabeli 1 (załącznik 12), odwołując się do podręczników metodycznych i norm, w których metody te szczegółowo są opisane i mogą być praktycznie stosowane we wszystkich laboratoriach ZMŚP. Poniżej podano skrócony opis wybranych metod według Manual (1998). W aneksie 2 zestawiono metodyki analiz roztworów wodnych mające zastosowanie w przypadku roztwarzania próbki.

### ***Metodyka podstawowych analiz:***

- Odczyn (pH) mierzy się potencjometrycznie w zawiesinie. Próbki gleb mineralnych zalewa się cieczą ekstrakcyjną w stosunku 1:5 (waga:waga), natomiast organicznych - 1:20 (waga:waga), zarówno w przypadku wody destylowanej, jak i 0,01M CaCl<sub>2</sub> oraz 1M KCl (alternatywa 0,1M BaCl<sub>2</sub>). Możliwe jest także przyjęcie proporcji objętościowych 1:5 zarówno dla gleb mineralnych, jak i organicznych. Próbki wytrząsa się przez 2 godziny, a pomiar należy wykonać po chwili potrzebnej na osadzenie się grubszej zawiesiny (piasku i grubego pyłu).
- Kwasowość wymienna (H+Al): 25 g gleby mineralnej lub 10 g torfu (materiału organicznego) wytrząsa się przez 2 godziny z dodatkiem 100 cm<sup>3</sup> 1M KCl. Następnie 50 cm<sup>3</sup> odfiltrowanego roztworu miareczkuje się 0,02M NaOH w obecności fenoloftaleiny do osiągnięcia różowego zabarwienia (pH = 8,2).
- Kationy wymienne (Na, K, Ca, Mg oraz Al): 2 g gleby wytrząsa się z 20 cm<sup>3</sup> 0,1M BaCl<sub>2</sub> przez 2 godziny. Roztwór do analizy uzyskuje się przez odwirowanie. Oznaczenia wykonać należy metodą spektroskopii absorpcji atomowej (AAS).
- Całkowita kwasowość wymienna: Próbkę uzyskuje się poprzez ekstrakcję roztworem buforowym (0,25M BaCl<sub>2</sub> + 0,2M trietanolaminy). 10 g gleby mineralnej lub 2 g materiału organicznego wytrząsa się z 100 cm<sup>3</sup> roztworu buforowego przez godzinę. Zawiesinę przesącza się przez sączek, przemywając osad 100 cm<sup>3</sup> roztworem 0,25M BaCl<sub>2</sub> zmieszonym z roztworem buforowym w stosunku 1:2500. Przesącz miareczkowany jest 0,2M HCl w obecności zieleni bromokrezolowej i mieszanego wskaźnika do osiągnięcia zielonego zabarwienia. Miareczkowanie wykonuje się również na próbie zerowej.
- Oznaczenia metali. W glebach mineralnych metale analizuje się z ekstraktów uzyskanych poprzez podgrzewanie 5 g naważki gleby z 50 cm<sup>3</sup> 2M HNO<sub>3</sub> przez 2 godziny we wrzącej łaźni wodnej. Następnie próbkę rozcieńcza się do uzyskania objętości 100 cm<sup>3</sup> i przesącza. Naważki gleb organicznych ogrzewa się z dodatkiem niewielkiej ilości stężonego

HNO<sub>3</sub>+HClO<sub>4</sub> (4:1), rozcieńcza się w stosunku 1:50 (waga:objętość) i przesącza. **Uwaga! Mieszanina HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> jest wybuchowa - należy zachować szczególną ostrożność.** Metale oznacza się metodą spektroskopii absorpcji atomowej (AAS) płomieniowej lub kuwecie grafitowej.

- Siarka całkowita. Siarkę ekstrahuje się podgrzewając próbkę gleby z dodatkiem niewielkiej ilości stężonego HNO<sub>3</sub>+HClO<sub>4</sub> (4:1), następnie rozcieńcza do objętości: waga:objętość = 1:4 dla gleb mineralnych i 1:10 dla gleb organicznych i przesącza. **Uwaga! Mieszanina HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> jest wybuchowa - należy zachować szczególną ostrożność.** Oznaczenie wykonuje się metodą turbidymetryczną lub wagową.
- Fosfor całkowity. Fosfor ekstrahuje się podgrzewając próbkę gleby z dodatkiem niewielkiej ilości stężonego HNO<sub>3</sub>+HClO<sub>4</sub> (4:1), następnie rozcieńcza do objętości: waga:objętość = 1:4 dla gleb mineralnych i 1:10 dla gleb organicznych i przesącza. **Uwaga! Mieszanina HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> jest wybuchowa - należy zachować szczególną ostrożność.** Oznaczenie wykonuje się metodą kolorymetryczną.
- Azot całkowity. Oznaczenie wykonuje się automatycznie (autoanalizatory) lub metodą Kjeldahla.
- Węgiel organiczny całkowity. Materię organiczną spala się w temperaturze 900°C stosując różne automatyczne metody mierzenia ilości wydzielającego się CO<sub>2</sub>. Wyniki należy w razie potrzeby skorygować odejmując węgiel węglanów. Węgiel organiczny można oznaczać metodą Walkley'a-Black'a.

#### **algorytmy obliczeń parametrów**

- całkowita kwasowość wymienna (ACI\_ETB)

$$ACI\_ETB = \frac{(cm^3 HCl.próbki.ślepej. - cm^3 HCl.próbki) * M * 1000}{X} \text{ [me/kg]}$$

gdzie: M = molowość roztworu HCl, X = masa próbki gleby w g.

- kwasowość wymienna (ACI\_ET) zamieszczono poniżej:

$$ACI\_ET = \frac{(cm^3 NaOH.próbki.ślepej. - cm^3 NaOH.próbki) * M * 100cm^3 * 1000}{50cm^3 * X} \text{ [me/kg]}$$

gdzie: M = molowość roztworu NaOH, X = masa próbki gleby w g.

- efektywna pojemność wymienna kationów (CEC\_E)

$$CEC\_E = (Ca + Mg + Na + K) + ACI\_ET \text{ [me/kg]}.$$

- potencjalna pojemność wymienna kationów (CEC\_P)

$$\text{CEC}_P = (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}) + \text{ACI\_ETB} \text{ [me/kg]}.$$



- nasycenie zasadami (BASA)

$$\text{BASA} = \frac{(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}) * 100}{(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}) + \text{ACI\_ET}} \quad [\%]$$

gdzie: kationy zasadowe i kwasowość wyrażone są w me/kg.

## PARAMETRY POMIAROWE:

### **program podstawowy**

<b>Parametr</b>	<b>Kod</b>	<b>Lista kodowa</b>	<b>Jednostka - dokładność (ilość miejsc dziesiętnych)</b>	<b>Częstotliwość pomiarów</b>
odczyn (pH) zawiesiny w H <sub>2</sub> O	PH_EW20	IM	pH w 20°C .....2	1/5 lat w całym profilu i na powierzchni testowej
odczyn (pH) zawiesiny w CaCl <sub>2</sub>	PH_EC20	IM	pH w 20oC.....2	...
odczyn (pH) zawiesiny w KCl	PH_EK20	ZM	pH w 20oC.....2	...
kwasowość wymienna	ACI_ET	IM	me/kg.....0	...
całkowita kwasowość wymienna	ACI_ETB	IM	me/kg.....0	...
kationowa pojemność wymienna efektywna	CEC_E	IM	me/kg.....0	...
kationowa pojemność wymienna potencjalna	CEC_P	IM	me/kg.....0	...
nasycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami	BASA	DB	%.....1	...
glin wymienny Al <sup>+3</sup>	AL_E	ZM	me/kg.....0	...
wapń wymienny Ca <sup>+2</sup>	CA_E	ZM	me/kg.....2	...
magnez wymienny Mg <sup>+2</sup>	MG_E	ZM	me/kg.....2	...
potas wymienny K <sup>+</sup>	K_E	ZM	me/kg.....2	...
sód wymienny Na <sup>+</sup>	NA_E	ZM	me/kg.....2	...
azot ogólny N <sub>ogól</sub>	NTOT	DB	mg/kg.....0	...
całkowity węgiel organiczny C <sub>org</sub>	TOC	DB	mg/kg.....0	...
gęstość objętościowa	BDEN	IM	kg/m <sup>3</sup> .....0	...
amorficzne tlenki żelaza	FEOX_A	ZM	mg/kg.....2	...

**program rozszerzony**

<b>Parametr</b>	<b>Kod</b>		<b>Jednostka - dokładność</b> (ilość miejsc dziesiętnych)	<b>Częstotliwość pomiarów</b>
fosfor ogólny P <sub>ogól</sub>	PTOT	DB	mg/kg.....2	1/5 lat w całym profilu,
siarka ogólna S <sub>ogól</sub>	STOT	DB	mg/kg.....0	....
wolne tlenki żelaza	FEOX_F	ZM	mg/kg.....2	...
arsen As	AS	DB	mg/kg.....1	...
kadm Cd	CD	DB	mg/kg.....1	...
chrom Cr	CR	DB	mg/kg.....1	...
miedź Cu	CU	DB	mg/kg.....1	...
żelazo Fe	FE	DB	mg/kg.....0	...
rtęć Hg	HG	DB	mg/kg.....3	...
nikiel Ni	NI	DB	mg/kg.....1	...
ołów Pb	PB	DB	mg/kg.....0	...
cynk Zn	ZN	DB	mg/kg.....0	...
mangan Mn	MN	DB	mg/kg.....0	...
węglany w przeliczeniu na CaCO <sub>3</sub>	CAR_C	ZM	%.....1	...

## ZAPIS DANYCH W BAZIE DANYCH ZMŚP

### podprogram: E1-gleby (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
E1	07ZM	AR	S2E	PW6	ZM	-10	2002-04-00	4	PH_EW20	IM	5,71			E25	DB	EL	DB	[-]
E1	07ZM	AR	S2E	PW6	ZM	-72	2002-04-00	4	AL_E	ZM	0,16			E27	DB	AA	DB	me/kg
E1	07ZM	AR	S2E	PW6	ZM	-45	2002-04-00	4	CA_E	ZM	13,30			E27	DB	AAG	DB	me/kg
E1	07ZM	AR	014	PW6	ZM	-20	2002-04-00	96	BASA	DB	81,0		X					%
E1	07ZM	AR	014	PW6	ZM	-20	2002-04-00	96	K_E	ZM	0,17		X	E27	DB	AAF	DB	me/kg

- 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, w przypadku profili glebowych podać kod profilu glebowego, bez stanowiska (kod może zawierać 3 znaki)
- 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) dolnej granicy zasięgu próbki mierzonej od poziomu rozdzielającego ściółkę od gleby mineralnej, np dla próbki gleby mineralnej z przedziału 45-68cm - -68 ( minus 68),
- data (kolumny 26-35) należy podać datę miesięczną (RRRR-MM-00),
- skala (kolumny 36-38) liczba pobranych próbek,
- 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,
- kod metody wstępnego przygotowania próby (kolumny 60-65) - Aneks 4,
- lista kodowa metod wstępnego przygotowania próby (kolumny 66-67) (DB, ZM),
- kod metody analitycznej (kolumny 68-70) - Aneks 3,
- lista kodowa metod analitycznych (kolumny 71-72) (DB, ZM),
- jednostka (kolumny 73-102).

## LITERATURA

**Nameśnik, J., Łukasik, J., Jamrógiewicz, Z.,** 1995: Pobieranie próbek środowiskowych do analizy. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

**Manual** 1993: Manual for Integrated Monitoring. Programme Phase 1993-1996. Environment Data Centre, National Board of Waters and the Environment, Helsinki, 47-51.

**Marcinek J., Komisarek J.,** 2002: Metodyczne problemy stacjonarnych badań gleboznawczych nad zmianami w czasie i przestrzeni chemicznych i fizykochemicznych właściwości gleb. Roczn. AR Pozn. 342, Melior. Inż. Środ. 23: 299-310.

**Ostrowska, A., Gawliński, S., Szczubiałka, Z.,** 1991: Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin - katalog. IOŚ. Warszawa, ss. 333.