



Co-funded by  
the European Union



UK Research  
and Innovation

Co-funded by the European Union under GA no. 101112869 – ECHO and UK Research and Innovation (UKRI) under the GA No. 10068004. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union, UKRI, or the European Research Executive Agency (REA). Neither the European Union, UKRI nor the REA can be held responsible for them.

# FIELD PROTOCOLS

POLSKI



ECHO

# OCENA ZDROWIA GLEBY

W ECHO oceniasz zdrowie gleby, koncentrując się na ośmiu kluczowych wskaźnikach opisanych w Planie Wdrażania Misji dla Gleby, które pomogą Ci lepiej zrozumieć stan Twojej gleby. Ta sekcja zawiera przewodnik krok po kroku dotyczący prawidłowego zbierania próbek, które zostaną wykorzystane do oceny wszystkich ośmiu wskaźników zdrowia gleby. Konkretnie, zbierzesz informacje zarówno bezpośrednio w terenie, jak i poprzez analizę laboratoryjną, aby ocenić:

- 1. Obecność zanieczyszczeń i składników odżywczych w glebie**
- 2. Materia organiczna gleby**
- 3. Struktura gleby i tekstura gleby**
- 4. Bioróżnorodność gleby**
- 5. pH gleby**
- 6. Pokrycie roślinnością**
- 7. Heterogeniczność krajobrazu**
- 8. Pokrycie lasami**

Jako obywatelski naukowiec otrzymasz zestaw ECHO od swojego Ambasadora ECHO, a każdy zestaw jest zaprojektowany do zbierania pojedynczej próbki gleby i zawiera wszystkie materiały potrzebne do pobierania próbek gleby, w tym pojemniki i wyraźne instrukcje. Zestaw jest zaprojektowany tak, aby zawierał wszystko, co niezbędne do dokładnej analizy wskaźników zdrowia gleby ocenianych w ECHO, z wyjątkiem pojemnika z niewielką ilością wody z kranu, którą należy zabrać w dniu pobierania próbek do oceny tekstury gleby. Filmy pokazujące całą procedurę są dostępne na naszym kanale YouTube ECHO (<https://www.youtube.com/@ECHOsoilproject>). Dodatkowo, możesz zapoznać się ze szczegółowymi informacjami na temat ocenianych wskaźników za pomocą zestawu ECHO, konsultując karty informacyjne dla każdego wskaźnika, które są dostępne do pobrania przez aplikację ECHO.



Szczegółowa zawartość zestawu ECHO:

1. Instrukcje terenowe;
2. Rękawice ochronne;
3. Łopatka metalowa;
4. Drewniana łyżka;
5. Tubka plastikowa 15 mL z wodą destylowaną;
6. Paski papierowe;
7. Tubka plastikowa 5 mL z roztworem konserwującym\*;
8. Mała biodegradowalna torba plastikowa;
9. Duża biodegradowalna torba plastikowa z kodem QR.

**(\*) Roztwór konserwujący nie jest szkodliwy, a karta charakterystyki dostarczona przez firmę zawiera pełne szczegóły na jego temat. Jednak należy ostrożnie obchodzić się z probówką, nosić rękawice dla bezpieczeństwa i unikać picia roztworu. Przechowuj zestaw poza zasięgiem dzieci bez nadzoru, aby zapobiec przypadkowemu połknięciu.**

# PROTOKOŁY TERENOWE

Chociaż można rozważyć różne metody analizy gleby w oparciu o wskaźniki określone w planie wdrażania misji w dziedzinie gleby, działania ECHO zostały uproszczone i dostosowane do potrzeb obywateli. Podejście to podkreśla pierwszoplanową rolę projektu w nauce obywatelskiej i angażowanie również młodszych uczestników, którzy przy wsparciu dorosłych, mogą śledzić i rozumieć działania.

W ECHO obywatele będą gromadzić dane zarówno bezpośrednio poprzez działania w terenie, jak i pośrednio poprzez analizy laboratoryjne (poza terenem) w celu oceny wskaźników opisanych wcześniej.

Szczegółowe protokoły zawarte w poniższych sekcjach mają na celu pomóc obywatelom w ocenie stanu gleby w wybranej przez nich lokalizacji. Protokoły terenowe stanowią uzupełnienie podręcznika wywodzącego się z D2.3, zapewniając głębsze zrozumienie teorii stojącej za każdym protokołem oceny ośmiu wskaźników zdrowia gleby.





# DZIAŁANIA TERENOWE

## 1. WYBÓR MIEJSCA I CZASU POBIERANIA PRÓBEK

Jako obywatelski projekt naukowy, ECHO pozwala każdemu uczestnikowi na samodzielny wybór miejsca pobierania próbek. Jeśli masz jakiegokolwiek wątpliwości co do wybranego obszaru, skontaktuj się z zespołem ECHO lub wyznaczonym ambasadorem ECHO w celu uzyskania wskazówek.

Wybór odpowiedniego miejsca pobierania próbek ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia dokładnych i miarodajnych wyników. Dobrze wybrane miejsce pomaga uchwycić prawdziwe cechy gleby, odzwierciedla lokalne warunki i dostarcza cennych danych do skutecznej oceny stanu gleby.

Najlepiej jest unikać pobierania próbek, gdy gleba jest zbyt mokra, na przykład po obfitych opadach deszczu, lub zbyt sucha, na przykład podczas letnich fal upałów. W chłodniejszych regionach nie pobieraj próbek, gdy gleba jest zamrznięta i pokryta śniegiem zimą, a wiosną zwykle nasiąknięta wodą. Zaleca się raczej pobieranie próbek w miesiącach letnich w celu uzyskania bardziej reprezentatywnych wyników.

Należy pamiętać, że jeden zestaw ECHO jest przeznaczony do pojedynczego pełnego procesu pobierania próbek. Materiały znajdujące się w zestawie są ograniczone do jednego pobrania próbki.

W przypadku pobierania próbek gleby w grupie naukowców-amatorów należy upewnić się, że:

1. Należy pobrać jedną próbkę, wykonując wszystkie wymagane kroki za pomocą aplikacji ECHO -przed otwarciem kolejnego zestawu.
2. Ważne jest, aby odległość między miejscami pobierania próbek wynosiła co najmniej 50 metrów.

### PRAKTYCZNE PORADY

Przed pobraniem jakichkolwiek próbek gleby upewnij się, że masz niezbędne uprawnienia do pobierania próbek z wybranego miejsca, zwłaszcza jeśli nie jest to Twoja własność. Jeśli miejsce pobierania próbek jest niedostępne (np. z powodu barier lub stref zamkniętych), nie należy podejmować żadnego ryzyka, a zamiast tego należy wybrać alternatywne miejsce. Unikaj także pobierania próbek na obszarach chronionych, które są wrażliwe na zakłócenia i podatne na degradację.

## 2. WSPÓŁRZĘDNE GPS

Po wybraniu miejsca pobierania próbek ważne jest, aby zarejestrować współrzędne GPS, ponieważ pomaga nam to określić specyficzny kontekst i cechy obszaru, uzupełniając gromadzone dane. Ponadto umożliwia lepsze mapowanie stanu gleby w różnych regionach, ułatwia porównania między różnymi lokalizacjami i zapewnia odtwarzalność badania, przyczyniając się do stworzenia mapy gleby opracowanej przez naukę obywatelską.

Współrzędne GPS zapisane na mapie będą wskazywać obszar, a nie dokładny punkt. Jeśli znajdujesz się w obszarze bez połączenia z Internetem, możesz zapisać współrzędne w trybie offline. Jeśli potrzebujesz pomocy w rejestrowaniu współrzędnych GPS, skontaktuj się z nami wcześniej lub skontaktuj się ze swoim Ambasadorem ECHO. Twoje współrzędne zostaną udostępnione dopiero po udzieleniu autoryzacji za pośrednictwem aplikacji ECHO i będą używane tylko na czas pobierania próbek.



### 3. POKRYWA ROŚLINNA, POKRYWA LEŚNA, RÓŻNORODNOŚĆ KRAJOBRAZU

Opisywanie roślinności, pokrywy leśnej i różnorodności krajobrazu jest niezbędne, ponieważ zapewnia kontekst do zrozumienia stanu gleby i jej interakcji z otaczającym środowiskiem. Takie informacje pomagają ocenić, w jaki sposób użytkowanie gruntów i różnorodność biologiczna wpływają na warunki glebowe. Dodatkowe dane zebrane za pośrednictwem aplikacji ECHO wspierają ten etap, oferując cenne informacje, które wzbogacają analizę.

Staraj się robić wyraźne, wysokiej jakości zdjęcia, które naprawdę dokumentują otoczenie. Jeśli masz jakieś wątpliwości, skontaktuj się z nami lub swoim Ambasadorem ECHO w celu uzyskania pomocy.

Aplikacja ECHO poprosi o pozwolenie na dostęp do aparatu, abyś mógł zrobić zdjęcia. Po wyrażeniu zgody aplikacja będzie używać aparatu tylko do pobierania i oceny prób, a Twoje zdjęcia będą udostępniane tylko w tym celu.

Przeprowadź dokładny spacer po terenie, aby zidentyfikować wszelkie potencjalne źródła zanieczyszczenia lub zakłóceń, takie jak pobliskie drogi, ruch uliczny i obiekty przemysłowe. Dodatkowo, jeśli masz wcześniejszą wiedzę na temat tego obszaru, dołącz odpowiednie szczegóły dotyczące miejsc utylizacji odpadów, działalności rolniczej, stosowania pestycydów, stojącej wody lub oznak niedawnych powodzi. Podaj w komentarzach wszelkie inne istotne informacje, które mogą pomóc w opisanu otaczającego krajobrazu. Im bardziej wyczerpujące informacje, tym lepiej.

Zdjęcia zostaną wykorzystane do przeprowadzenia ocen oddziaływania na środowisko. Pomagają one ocenić zagęszczenie i zdrowotność gatunków roślin oraz dokumentują oznaki degradacji lub erozji gleby. Zdjęcia pomagają również w identyfikacji widocznej różnorodności biologicznej, analizowaniu wzorców użytkowania gruntów i obserwowaniu działalności człowieka na tym obszarze. Dodatkowo przyczyniają się do tworzenia wizualnych map krajobrazu i są przydatne do przekazywania wyników za pomocą raportów i prezentacji.

**Ilustracja 1** przedstawia kilka przykładów zdjęć, które można przesłać do aplikacji ECHO.



- a. Krajobraz**
- b. Pokrywa roślinna**
- c. Próbkę gleby**

*Ilustracja 1: Przykłady zdjęć do przesłania w aplikacji ECHO. Fot. Federico Julián*



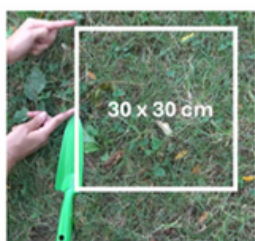
## 4. PROCEDURA KOPANIA GLEBY

Istnieją różne wytyczne dotyczące pobierania próbek gleby. Na przykład wytyczne LUCAS zalecają utworzenie złożonej próbki gleby poprzez zmieszanie kilku podpróbek pobranych z różnych miejsc na określonym obszarze w celu stworzenia jednej, uśrednionej próbki, zapewniającej ogólną reprezentację obszaru. Z kolei ECHO przyjmuje podejście polegające na pobieraniu gleby z jednego, konkretnego miejsca bez mieszania jej z innymi próbkami. Pobrane w ten sposób próbki reprezentują unikalne cechy tego konkretnego miejsca i są przydatne do identyfikacji miejscowego zanieczyszczenia lub oceny zmienności na danym obszarze.

W przypadku ECHO ważne jest, aby dokładnie przestrzegać tej procedury w celu przygotowania miejsca pobierania próbek i pobrania dokładnej objętości gleby potrzebnej do analizy. Oto jak postępować z pobieraniem próbek gleby (**Ilustracja 2**):

1. Za pomocą łopatkę ostrożnie zgrabić ściółkę i/lub górną warstwę gleby, w tym gęstą trawę, korzenie, resztki roślinności i kamienie. Jeśli napotkasz korzenie lub kamienie w wierzchniej warstwie gleby, które utrudniają kopanie, możesz odsunąć się na kilka metrów\* i pobrać próbkę gleby z nowego miejsca.
2. Za pomocą łopatkę wykop dół z ziemią o wymiarach 30x30x30 cm. Długość ostrza łopatkę (bez uchwytu) wynosi 15 cm, więc kop na głębokość 30 cm, mierząc dwukrotność długości ostrza. Wybierz glebę z dołu i rozpocznij ocenę różnych wskaźników zdrowia gleby.
3. Pozostaw całą ziemię, którą zbierzesz podczas kopania, po jednej stronie, nie mieszając jej. Staraj się, aby struktura gleby była nienaruszona podczas jej zbierania, podczas pierwszej analizy struktury gleby.

(\*) Należy zawsze pamiętać, że w przypadku pobierania próbek gleby dla ECHO w grupie naukowców-amatorów, odległość między miejscami pobierania próbek musi wynosić co najmniej 50 metrów.



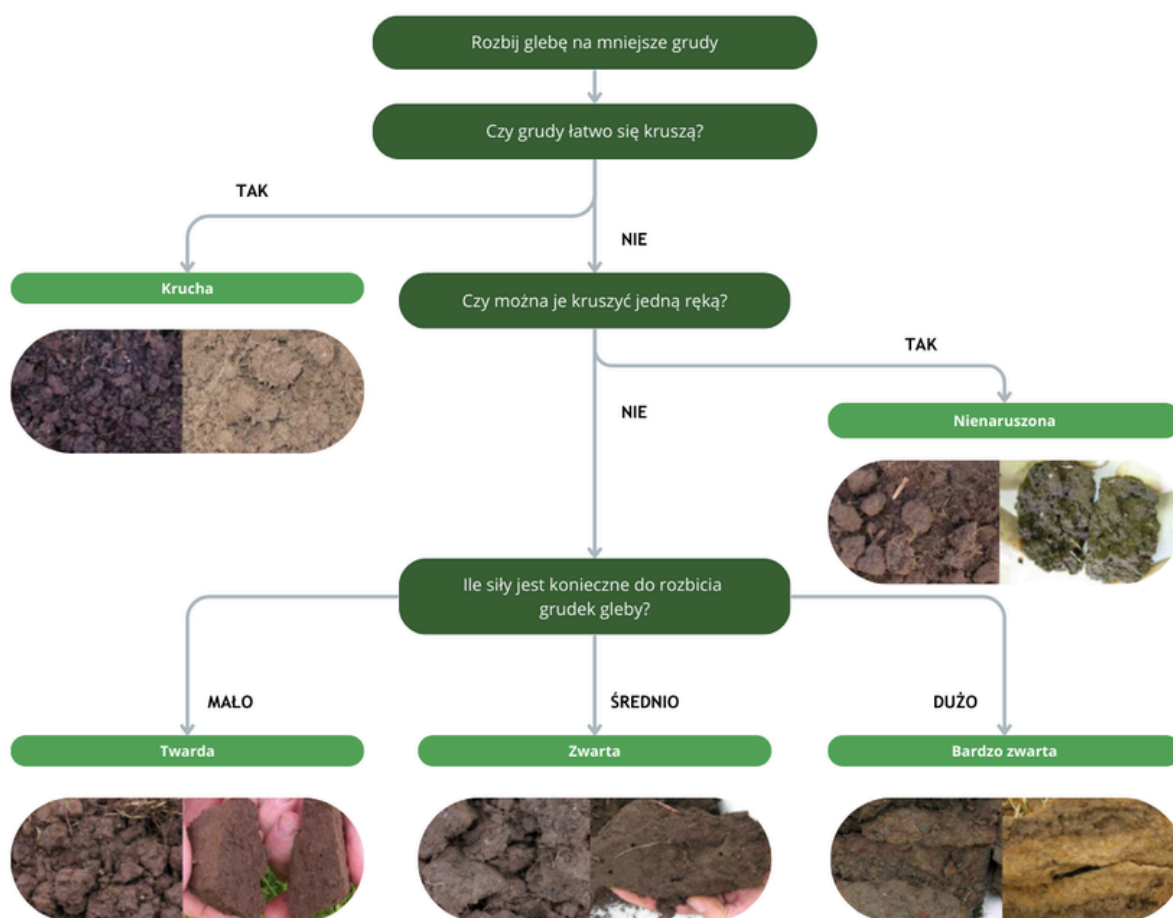
*Ilustracja 2: Kopianie gleby.*

## 5. STRUKTURA GLEBY

Korzystając z gleby, którą właśnie wybrałeś z dołu glebowego o wymiarach 30x30x30 cm, przeprowadzisz wizualną ocenę struktury gleby (Ball i in., 2007) (VESS) (**Ilustracja 3**). W tym projekcie metoda VESS została uproszczona, aby zapewnić możliwość przeprowadzenia procedury w najprostszy i najdokładniejszy możliwy sposób, pomagając w skutecznej ocenie struktury gruntu bez konieczności posiadania zaawansowanej wiedzy specjalistycznej.

Jak wykonać metodę VESS:

1. Z próbki gleby pozostawionej po jednej stronie (sekcja 2.4) delikatnie zrób otwór w bloku gleby;
2. Rozbij glebę na mniejsze grudki;
3. Oceń grudki za pomocą rąk:
4. Czy łatwo się kruszą?
5. Czy możesz je przełamać jedną ręką?
6. Czy trzeba siły, aby przełamać je jedną ręką?
7. Czy rozdrobnienie większych grudek wymaga znacznego wysiłku?
8. Oceń strukturę gruntu zgodnie z siatką VESS dostępną w aplikacji ECHO;
9. Zapisz strukturę gleby w aplikacji ECHO.



**Ilustracja 3:** Siatka referencyjna do oceny wizualnej struktury gleby (dostosowane z Agriculture and Horticulture Development Board).

## 6. RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNA GLEBY POD WZGLĘDEM DŹDŻOWNIC

W ECHO ocenisz różnorodność biologiczną gleby, licząc dżdżownice, ponieważ ich obecność może wiele powiedzieć o strukturze i jakości gleby. Jednak liczba dżdżownic ma znaczenie tylko wtedy, gdy zidentyfikujesz obecne gatunki. Postępowanie zgodnie z procesem opisanym poniżej pomaga zapewnić dokładne liczenie dżdżownic, jednocześnie chroniąc glebę do dalszych testów.

Oto przejrzysty przewodnik krok po kroku, który pomoże ci w liczeniu dżdżownic:

1. Weź próbkę gleby, która została już pozostawiona po jednej stronie (sekcja 2.4) i ostrożnie rozdziel ją ręcznie.
2. Umieść wszystkie znalezione dżdżownice na powierzchni gleby obok dołka. Należy pamiętać, że niektóre dżdżownice reagują na światło i próbują się oddalić (zaskakująco szybko!).
3. Policz dżdżownice i zapisz ich liczbę w aplikacji ECHO.
4. Delikatnie umieść dżdżownice z powrotem w glebie.
5. Odłóż na bok próbkę gleby pobraną z dołu do dalszej analizy.

Dodatkowo sprawdź obecność innych zwierząt, takich jak ślimaki, pająki, krocionogi, stonogi, chrząszcze, mrówki i krety i dodaj te informacje do "Pola obserwacji".

## 7. OBECNOŚĆ ZANIECZYSZCZEŃ

Sprawdź wzrokowo miejsce pobierania próbek pod kątem plastiku, metalowych zanieczyszczeń i śmieci. Poszukaj widocznych fragmentów, które mogą znajdować się na powierzchni lub być osadzone w glebie. Obserwacje te mogą stanowić cenny kontekst dla zrozumienia charakterystyki gleby, ponieważ zanieczyszczenia te mogą znacząco wpływać na zdrowie gleby i funkcje ekosystemu oraz podkreślać potencjalne zanieczyszczenie, które może mieć wpływ na wyniki analizy próbki gleby.

Jak zaobserwować obecność zanieczyszczeń:

1. Użyj wykopanego dołka na próbkę gleby, aby sprawdzić, czy w glebie nie ma fragmentów, takich jak duże kawałki plastiku lub metalu.
2. Obserwuj widoczne szczątki i zapisz ich liczbę oraz rozmiar w aplikacji ECHO.
3. Dodaj dalsze komentarze w aplikacji ECHO, które Twoim zdaniem mogą być przydatne do zrozumienia możliwych źródeł zanieczyszczenia.

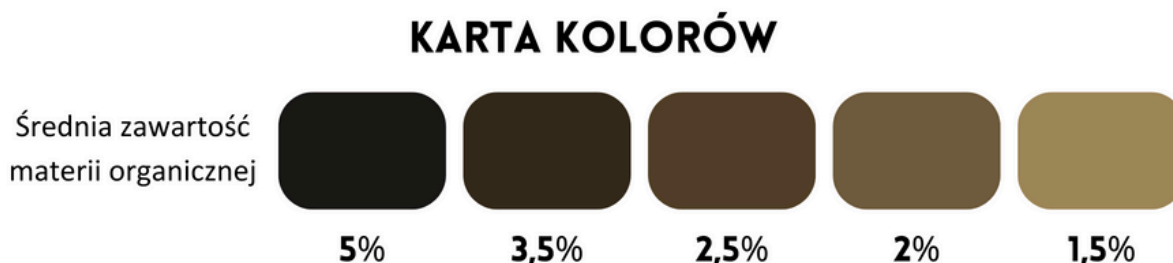


## 8. MATERIA ORGANICZNA GLEBY

W ECHO ocenisz zawartość materii organicznej w glebie (SOM), porównując kolor gleby z kartą kolorów dostępną za pośrednictwem aplikacji ECHO (**Ilustracja 4**). Ta karta kolorów jest używana, ponieważ kolor gleby jest wiarygodnym wskaźnikiem zawartości materii organicznej, przy czym ciemniejsze gleby zazwyczaj zawierają więcej materiału organicznego.

Etapy oceny zawartości SOM:

1. Pobrać łyżkę próbki zmieszanej gleby.
2. Porównaj próbkę gleby z kartą kolorów dostępną w aplikacji ECHO.
3. Wybierz odpowiednią wartość zawartości SOM w aplikacji ECHO.
4. W niektórych miejscach pobierania próbek zawartość materii organicznej w glebie może przekraczać 5%, przy braku gleby mineralnej na głębokości 30 cm (np. torfowiska lub dawne torfowiska). Glebę organiczną można rozpoznać po intensywnym ciemnym kolorze, na który składa się rozkładająca się roślinność i brak piasku, gliny lub innych gleb mineralnych. Gleby organiczne różnią się od gleb mineralnych cechami biologicznymi i strukturalnymi, a określenie struktury gleby nie jest możliwe. Dlatego zaznacz pole "Inne" w aplikacji ECHO zamiast wybierać wartość.



**Ilustracja 4:** Tabela kolorów gleby do oceny zawartości materii organicznej w glebie.

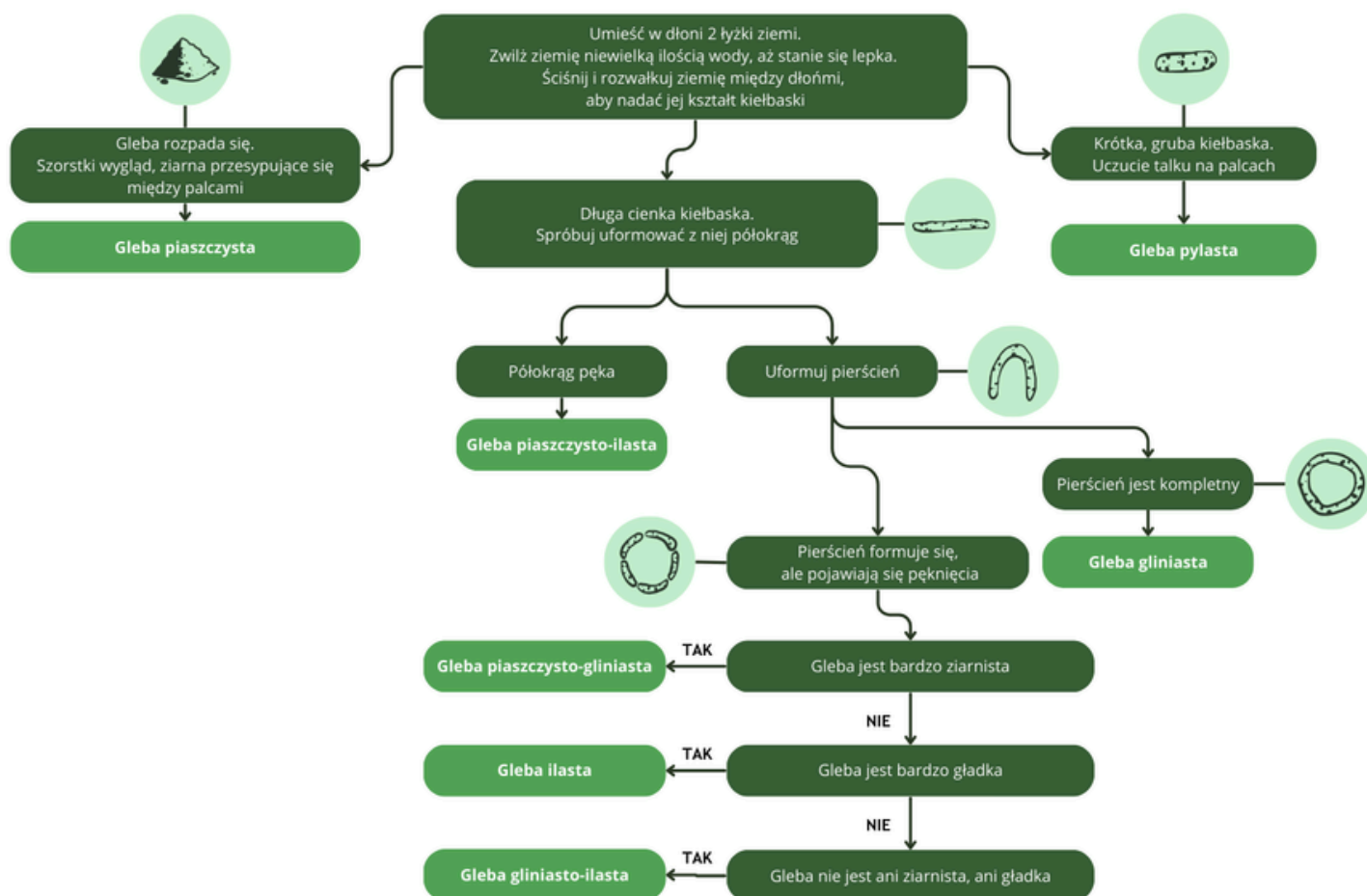
## 9. TEKSTURA GLEBY

W ECHO ocenisz teksturę gleby, przeprowadzając metodę "na dotyk" (Ilustracja 5), zaadaptowaną z przewodnika USDA dotyczącego jakości gleby. Ta metoda pozwala oszacować teksturę gleby rękami i zbadać dotykiem jej konsystencję.

Badając, jak gleba się czuje, gdy ją nawilżasz i manipulujesz, możesz sklasyfikować glebę jako piasek, glinę lub ich kombinację, co dostarcza ważnych informacji o strukturze gleby i jej zdolności do zatrzymywania wody i składników odżywczych.

Jak wykonać badanie metodą "na dotyk":

1. Usuń wszelkie rośliny i korzenie, a następnie zdezagreguj i wymieszaj wcześniej pobraną próbkę gleby z dołu o wymiarach 30x30x30 cm, rozbijając ją na mniejsze kawałki, aby zapewnić równomierne wymieszanie.
2. Postępuj zgodnie ze schematem przedstawionym dla kolejnych kroków, dostępnym również w aplikacji ECHO, w sekcji Do pobrania.
3. Zapisz teksturę gleby w aplikacji ECHO.



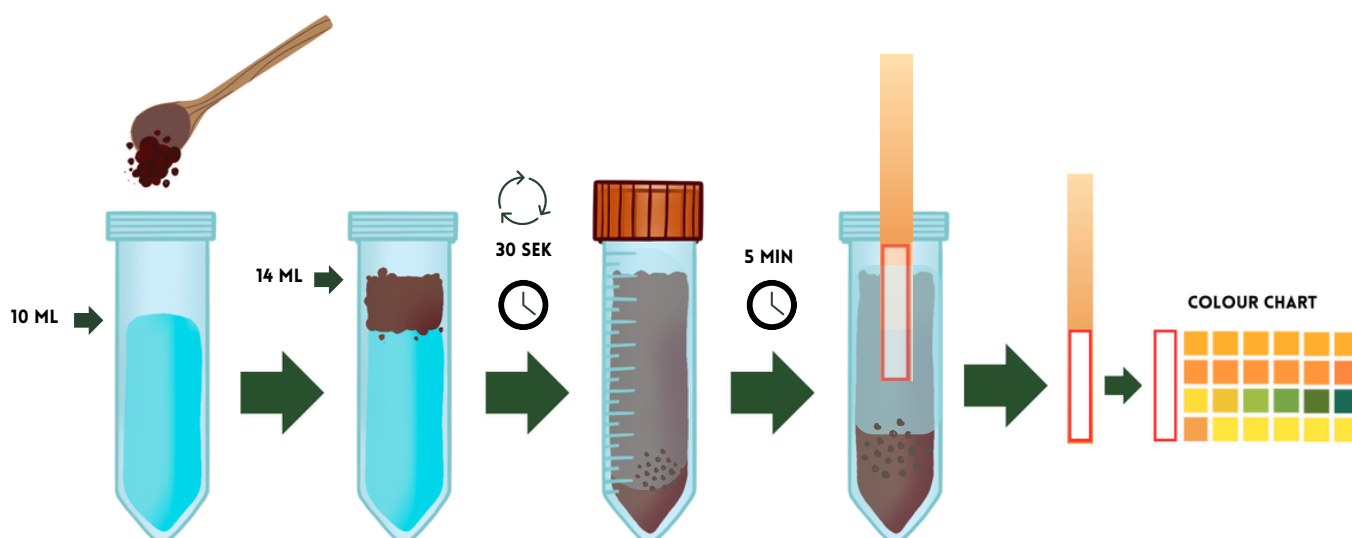
**Ilustracja 5:** Schemat do określenia typu gleby zgodnie z metodą „na dotyk” (zmodyfikowane na podstawie przewodnika jakości gleby USDA).

## 10. ODCZYN pH GLEBY

Aby zmierzyć pH próbki gleby za pomocą zestawu narzędzi ECHO, należy użyć uproszczonej metody, która polega na użyciu papierowych pasków pH (**Ilustracja 6**). Takie podejście jest opłacalne, łatwe w użyciu i dostępne dla naukowców-amatorów, zapewniając wiarygodne wyniki bez konieczności stosowania skomplikowanego sprzętu.

Jak zmierzyć pH gleby przy pomocy papierka lakmusowego:

1. Za pomocą drewnianej łyżki zbierz zmieszaną próbkę gleby i dodaj ją do plastikowej probówki, która jest wstępnie napełniona wodą destylowaną, aż mieszanina osiągnie 14 ml.
2. Dokładnie zamknij probówkę i delikatnie potrząśnij nią przez 30 sekund, aby upewnić się, że gleba i woda destylowana są dobrze wymieszane.
3. Ustaw probówkę pionowo, upewniając się, że nie leży płasko i pozwól mieszaninie osiąść przez 5 minut.
4. Zanurz kolorową końcówkę paska papierka lakmusowego w roztworze na 30 sekund.
5. Wyjmij papieraek i porównaj jego kolor z tabelą kolorów pH dostępną w aplikacji ECHO.
6. Zapisz wartość pH w aplikacji ECHO.



*Ilustracja 6: Proces pomiaru pH gleby krok po kroku.*

# ANALIZA W LABORATORIUM

Nie wszystkie wskaźniki zawarte w planie wdrażania Misji dotyczącej gleby można uprościć na potrzeby analizy w terenie. W związku z tym będziemy musieli przesłać próbki gleby do laboratoriów naukowców ECHO (laboratorium UNIBZ), co pozwoli nam na przeprowadzenie dokładniejszych analiz przy użyciu sprzętu laboratoryjnego i wiedzy specjalistycznej. W szczególności laboratorium przeanalizuje próbki gleby pod kątem dwóch wskaźników: różnorodności biologicznej gleby (bakterii i grzybów) oraz metali ciężkich. Ze względu na różnorodność biologiczną gleby (bakterie i grzyby) glebę należy umieścić w plastikowym pojemniku z roztworem konserwującym. Do analizy metali ciężkich wystarczy, aby gleba była wilgotna, a łyżkę do pobierania gleby umieszczono w plastikowej torbie. Twoja rola w zbieraniu i wysyłaniu próbek ma zasadnicze znaczenie dla powodzenia ogólnej oceny lokalizacji.



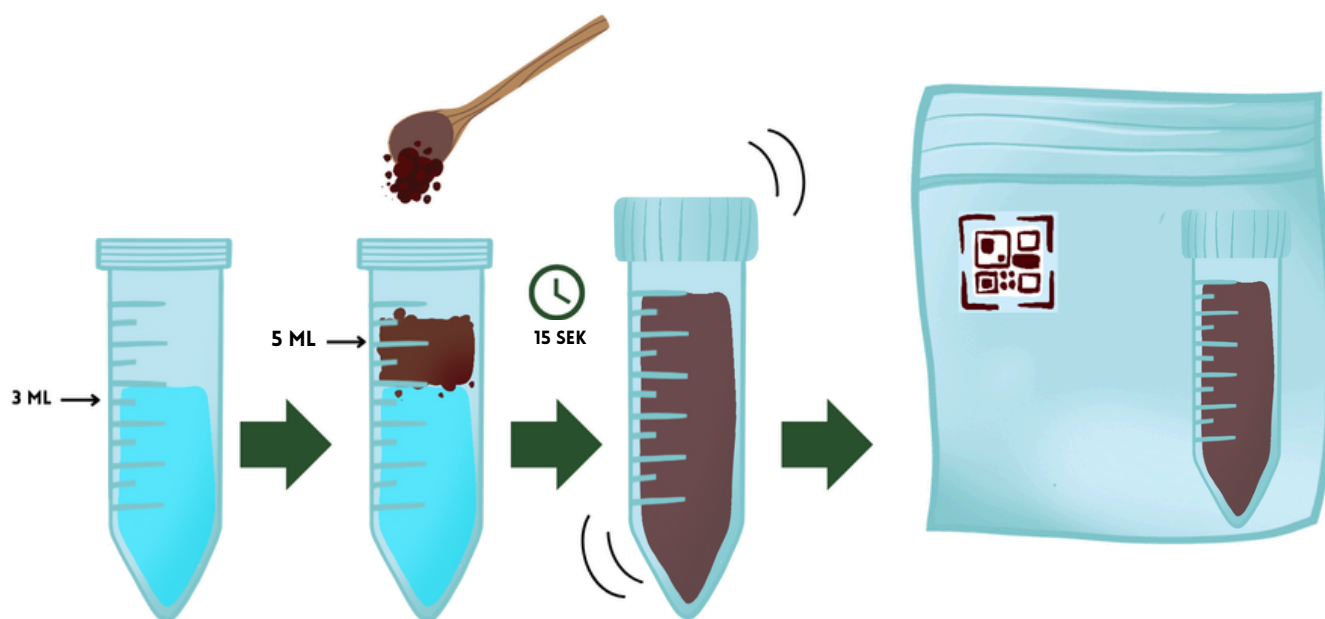
## 1. RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNA GLEBY POD WZGLĘDEM BAKTERII I GRZYPÓW

Próbka gleby do analizy różnorodności biologicznej (bakterie i grzyby) musi być przechowywana w roztworze konserwującym, aby zapobiec degradacji podczas transportu do laboratorium, gdzie zostanie wyekstrahowane DNA i zsekwencjonowana różnorodność mikrobiologiczna. Takie rozwiązanie zapewnia, że DNA pozostaje nienaruszone i zdolne do dokładnej analizy. Dostarczona plastikowa probówka zawiera już ten roztwór i jest gotowa do wypełnienia ziemią. Środek do konserwacji nie jest szkodliwy, a karta katalogowa firmy zawiera szczegółowe informacje na jego temat (dostępna za pośrednictwem aplikacji ECHO). Należy jednak obchodzić się z probówką ostrożnie, dla bezpieczeństwa nosić rękawice i unikać picia roztworu. Zestaw należy przechowywać w miejscu niedostępnym dla dzieci bez nadzoru, aby zapobiec przypadkowemu połknięciu.



Jak pobrać próbkę gleby do oceny różnorodności biologicznej gleby (**Ilustracja 7**):

1. Załóż rękawice i miej je założone przez cały czas trwania procedury dla własnego bezpieczeństwa podczas korzystania z roztworu konserwującego i aby zapobiec zanieczyszczeniu próbki.
2. Weź małą plastikową probówkę zawierającą roztwór konserwujący.
3. Otwórz probówkę i za pomocą drewnianej łyżki zbierz zmieszaną glebę, wypełniając probówkę, aż mieszanina osiągnie 5 ml.
4. Ostrożnie zamknij probówkę i delikatnie potrząśnij nią przez 15 sekund, aby wymieszać glebę z roztworem konserwującym, upewniając się, że cała gleba ma kontakt z roztworem.
5. Umieść małą probówkę w plastikowej torbie oznaczonej kodem QR z zestawu do próbek.



**Ilustracja 7:** Procedura zbierania próbek gleby do oceny bioróżnorodności w laboratorium.

## 2. METALE CIĘŻKIE I SKŁADNIKI ODŻYWCZE GLEBY

Ponieważ ECHO opiera się na podejściu opartym na nauce obywatelskiej, nie ma prostej metody oceny w terenie składników odżywczych i metali ciężkich w glebie. Metale ciężkie i niezbędne składniki odżywcze roślin to pierwiastki, które odgrywają znaczącą rolę w środowisku i wzroście roślin, ale różnią się funkcjami i potencjalnym wpływem na organizmy żywe.

Niezbędne składniki odżywcze roślin to pierwiastki potrzebne roślinom do wzrostu i rozwoju. Te składniki odżywcze dzielą się na makroelementy (N, P, K, Ca, Mg, S) i mikroelementy (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl, Ni). Podczas gdy makroelementy są potrzebne w dużych ilościach, mikroelementy są potrzebne w śladowych ilościach. Te składniki odżywcze wspierają podstawowe funkcje roślin, w tym fotosyntezę, podział komórek, pobieranie składników odżywczych i ogólny metabolizm. Są one zazwyczaj nietoksyczne, gdy występują w odpowiednich ilościach.

Z drugiej strony metale ciężkie to grupa naturalnie występujących pierwiastków, które mają wysoką masę atomową i gęstość. Do metali ciężkich możemy zaliczyć następujące pierwiastki: arsen (As), kadm (Cd), kobalt (Co), chrom (Cr), miedź (Cu), ołów (Pb), nikiel (Ni), cynk (Zn). Nadmierny poziom metali ciężkich w glebie może utrudniać wzrost roślin i kumulować się w łańcuchu pokarmowym, stanowiąc zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt.

Dlatego musimy przeanalizować te pierwiastki w naszym laboratorium, gdzie eksperci ECHO zastosują technikę fluorescencji mikrorentgenowskiej ( $\mu$ XRF). Należy pamiętać, że w przypadku  $\mu$ XRF nie można zmierzyć składników odżywczych B i N. Podejście nauki obywatelskiej oznacza, że uczestnicy pomagają w gromadzeniu danych, ale bardziej złożone analizy wymagają specjalistycznego sprzętu i wiedzy specjalistycznej. Proszę użyć małej plastikowej torby (tej bez kodu QR) do pobrania próbki gleby do tej analizy (**Ilustracja 8**).

Jak pobrać próbkę gleby do oceny zawartości metali ciężkich i składników odżywczych w glebie:

1. Otwórz małą plastikową torbę i zacznij zbierać ziemię drewnianą łyżką.
2. Całkowicie napełnij plastikową torbę (6 pełnych łyżek ziemi) i ostrożnie ją zamknij.
3. Umieść plastikową torbę zawierającą próbkę gleby w większej plastikowej torbie zawierającej już probówkę z próbką do analizy bioróżnorodności i oznaczonej kodem QR, a następnie zamknij torbę.

Gdy próbka dotrze do analizy, gleba zostanie wysuszona w piecu w temperaturze 105°C do momentu osiągnięcia stałej masy, zanim zostanie poddana analizie pod kątem całkowitego stężenia metali ciężkich i składników odżywczych za pomocą fluorescencji  $\mu$ -rentgenowskiej.



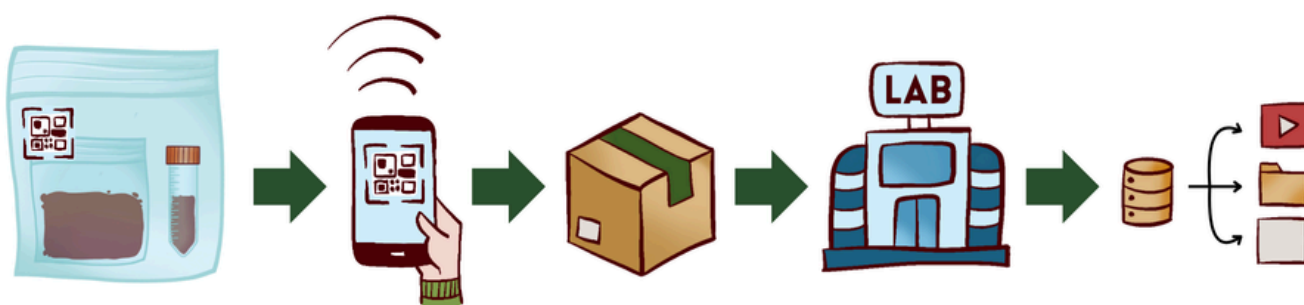
**Ilustracja 8:** Procedura zbierania próbek gleby do oceny metali ciężkich i składników odżywczych w laboratorium.

### 3. OCZYSZCZANIE TERENU I WYSYŁKA PRÓBEK

Po pobraniu dwóch próbek gleby do analizy wskaźnikowej (próbówka do badania różnorodności mikrobiologicznej gleby i plastikowa torba na metale ciężkie i składniki odżywcze) i umieszczeniu ich w większej plastikowej torbie oznaczonej kodem QR, są one gotowe do wysłania do laboratorium w celu analizy (**Ilustracja 9**).

W tym celu umów się na spotkanie z najbliższym Ambasadorem ECHO w celu przekazania torby zawierającej obie próbki. Aby znaleźć najbliższego Ambasadora ECHO, po prostu wyszukaj w aplikacji ECHO listę Ambasadorów dostępnych w Twojej okolicy.

Następnie Ambascador ECHO zeskanuje kod QR znajdujący się na plastikowej torbie i zaplanuje wysyłkę do laboratorium UNIBZ wraz z partnerami ECHO. Po dotarciu przesyłki na miejsce eksperci ECHO zeskanują kod QR, aby potwierdzić odbiór i przystąpić do kolejnych kroków. Twoja próbka zostanie przypisana do określonego kodu, który umożliwia dostęp do wyników za pośrednictwem ECHOREPO. Wyniki będą dostępne po zakończeniu analizy. Za pomocą tego kodu możesz uzyskać dostęp do swoich danych w ECHOREPO. Gdy wyniki będą gotowe, otrzymasz szczegółowe instrukcje o dostępie do nich.



*Ilustracja 9: Proces wysyłania próbek.*