

**Bożena Smreczak, Aleksandra Ukalska-Jaruga, Joanna Ciepiał**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

## ZRÓWNOWAŻONE UŻYTKOWANIE GLEB ROLNICZYCH W POLITYCE UNII EUROPEJSKIEJ DO 2050 R.\*

**Słowa kluczowe:** użytki rolne, zdrowie gleby, Unia Europejska, Europejski Zielony Ład, strategia glebowa, EJP SOIL

---

### Wstęp

Unia Europejska od kilku dekad podejmuje różne inicjatywy, które mają na celu ochronę gleb przed degradacją. Raporty opublikowane przez Wspólne Centrum Badawcze (JRC) (38, 39), Europejską Agencję Środowiska (EAŚ) (22, 36) oraz Organizację Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) (26) nie pozostawiają wątpliwości, że dotychczasowe działania w tym zakresie były mało skuteczne i nie przyniosły oczekiwanych rezultatów. Dowody naukowe przedstawione w raporcie Status światowych zasobów glebowych (30) wskazują, że około 33% gleb na świecie jest średnio lub silnie zdegradowanych w wyniku erozji, zasolenia, zagęszczenia, zakwaszenia i zanieczyszczenia substancjami chemicznymi. Szacuje się, że w skali globalnej w wyniku erozji roczne straty pokrywy glebowej z gruntów ornych wynoszą 75 mld ton, co w przeliczeniu na utraconą produkcję rolniczą odpowiada około 400 mld USD (26). Przedstawione straty nie tylko wpływają na zmniejszenie produkcji, ale również negatywnie oddziałują na magazynowanie i obieg węgla, składników odżywczych dla roślin i wody w glebach. Raport ten (26) podkreśla także, że gleby użytkowane rolniczo są nadmiernie eksploatowane, degradowane i nieodwracalnie tracone w wyniku niewłaściwych praktyk gospodarowania gruntami, działalności przemysłowej oraz użytkowania gruntów. Dodatkowo do utraty części zasobów glebowych w Europie przyczyniają się szybko postępujące zmiany klimatyczne (30, 31).

---

\*Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.2 pt. „Gleby użytkowane rolniczo” z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2021 r.

W 2015 r. Organizacja Narodów Zjednoczonych (ONZ) przyjęła rezolucję Zgromadzenia Ogólnego pn. „Przekształcamy nasz świat: Agenda na rzecz Zrównoważonego Rozwoju do 2030 r.” (34), której cele dotyczyły m.in. dążenia do osiągnięcia neutralności dla degradacji gruntów w skali globalnej i wdrożenia praktyk, które zminimalizują zanieczyszczenie gleby, stopniowo poprawiając jej jakość. Agendę podpisały 193 państwa członkowskie ONZ. W odpowiedzi na nią w 2017 r. FAO przedstawiła opracowanie pn. „Dobrowolne praktyki dotyczące zrównoważonej gospodarki glebami” (26). W opracowaniu tym wskazuje się między innymi, że gleba jest największym na świecie lądowym rezerwuarem węgla i zasobem dostarczającym 95% światowej żywności, dlatego zrównoważone gospodarowanie glebami to cenne narzędzie adaptacji do zmian klimatu oraz droga do ochrony różnorodności biologicznej i kluczowych usług ekosystemowych świadczonych przez gleby dla człowieka (34). W „Dobrowolnych praktykach dotyczących zrównoważonej gospodarki glebami” (34) zaznaczono, że przyjęcie i wdrożenie takich praktyk zagwarantuje wiele korzyści społeczno-ekonomicznych dla drobnych rolników i dużych producentów rolnych na całym świecie, dlatego w opracowaniu zaproponowano jedenaście wytycznych ważnych dla zrównoważonego zarządzania glebami, tj.:

1. Zminimalizowanie tempa erozji wodnej i wietrznej;
2. Niepogarszanie struktury gleby w wyniku zagęszczania, gwarantującej ruch powietrza i wody glebowej, wymianę cieplną oraz wzrost korzeni roślin;
3. Ochrona powierzchni gleby poprzez uprawę poplonów i/lub mulczowanie;
4. Tworzenie zapasu stabilnej materii organicznej w glebie, odpowiedniego dla warunków pedo-klimatycznych;
5. Zapewnienie właściwego poziomu i dostępności składników odżywczych, odpowiedniego do wzrostu roślin uprawnych lub/i poprawy żyzności gleby oraz zmniejszenie ich strat do środowiska;
6. Zminimalizowanie efektów zasolenia gleb, w tym sodyfikacji i alkalizacji;
7. Zwiększenie retencjonowania wody dostępnej dla roślin w glebach;
8. Utrzymanie w glebach zawartości substancji szkodliwych poniżej ich poziomów toksyczności dla roślin, zwierząt, ludzi i środowiska;
9. Zachowanie bioróżnorodności gleb zapewniającej pełen zakres funkcji biologicznych;
10. Wdrożenie zoptymalizowanych i przyjaznych dla środowiska systemów gospodarowania glebą w celu produkcji żywności, paszy, paliwa, drewna i włókna;
11. Zminimalizowanie zasklepienia gleb użytkowanych rolniczo dzięki odpowiedzialnemu planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennemu.

Wszyscy członkowie FAO, w tym państwa członkowskie UE i Komisja Europejska, poparli te wytyczne (34). Kolejnym wyzwaniem, przed którym stanęła UE było ich przełożenie na konkretne cele i działania oraz wprowadzenie realnych terminów ich realizacji.

Wraz z rozwojem inicjatyw w kierunku wdrożenia zrównoważonego gospodarowania glebami konieczne było podjęcie równoległych prac na rzecz ograniczenia zmian klimatu. Po konferencjach w 1972 r. (I konferencja ONZ w Sztokholmie pn. „Środowisko i Rozwój”), w 1992 r. (II konferencja ONZ w Rio de Janeiro na temat „Środowisko i Rozwój”) oraz w 2012 r. (Szczyt Ziemi Rio+20: pn. „Przyszłość jakiej chcemy”), w 2015 r. odbyła się konferencja klimatyczna w Paryżu, na której zostało przyjęte tzw. porozumienie paryskie zawierające ogólnosiwiatowy plan działania na rzecz ograniczenia globalnego ocieplenia (32). W treści porozumienia wskazano, że gleby rolnicze odgrywają znaczącą rolę jako pochłaniacze, ale też źródła węgla emitowanego do atmosfery (32). Porozumienie paryskie, podpisane przez 190 krajów, w tym Polskę, zobowiązało państwa członkowskie UE do osiągnięcia wiążącego celu zakładającego ograniczenie do roku 2030 emisji netto gazów cieplarnianych o co najmniej 55% w porównaniu z poziomem z roku 1990 (34). Efektem porozumienia paryskiego było m.in. uruchomienie inicjatywy „4 na 1000” pn. „Gleba dla bezpieczeństwa żywnościowego i klimatu”. Inicjatywa ta ma na celu wykazanie, że rolnictwo, a w szczególności gleby rolne mogą odgrywać kluczową rolę w zakresie bezpieczeństwa żywnościowego i zmiany klimatu oraz zawiera przekaz, że kraje członkowskie UE powinny zrewidować wdrożone modele rolnictwa i rozpocząć zarządzanie glebami w taki sposób, aby uzyskać wyższą skuteczność działań w zakresie ograniczenia zjawiska erozji, polepszenia odporności gleb na suszę i zwiększenia różnorodności biologicznej gleb w perspektywie długoterminowej. Kolejne ważne porozumienie dotyczące powstrzymania zmian klimatu zostało podpisane w 2018 r. w Katowicach (32). Pakiet katowicki zawiera szczegółowe zasady, procedury i wytyczne, które umożliwiają realizację zobowiązań zawartych w porozumieniu paryskim (32).

Inicjatywy podjęte przez UE przygotowały kraje członkowskie do wdrożenia szerszej polityki klimatyczno-energetycznej zakładającej przejście UE na gospodarkę neutralną klimatycznie i oznaczającej zasadnicze zmiany w dotychczasowym podejściu do gospodarowania glebami. Dlatego konieczne stało się opracowanie, na podstawie solidnych danych naukowych, pakietu strategii i innych inicjatyw, na przykład misji wyznaczających mierzalne cele z jasnym harmonogramem dla osiągnięcia tych celów (3). W marcu 2020 r. UE przedstawiła strategię pn. Europejski Zielony Ład (EZŁ) (9). Zawiera ona nowy plan działania i rozwoju, który wskazuje bardzo ambitne cele dla całej Europy, tj. osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 roku (9). Celem pracy jest przedstawienie wybranych nowych inicjatyw w ramach polityki klimatyczno-energetycznej przyjętych przez Unię Europejską, służących zrównoważonemu wykorzystaniu i ochronie gleb użytkowanych rolniczo.

### **Europejski Zielony Ład**

Przyjęcie EZŁ (9) wiąże się z działaniami politycznymi podejmowanymi w zakresie wzajemnie uzupełniających się obszarów: klimatu, energii, rolnictwa, przemysłu, środowiska, transportu, finansów i rozwoju regionalnego oraz badań i innowacji

(rys. 1) (10, 20). Wszystkie wymienione inicjatywy są silnie powiązane nie tylko z EZŁ, ale też wzajemnie ze sobą. Do najważniejszych inicjatyw ogłoszonych przez UE w ramach polityki klimatyczno-energetycznej wspierających realizację EZŁ należą, m.in.:

- Europejskie prawo klimatyczne (33);
- Europejska strategia bioróżnorodności 2030 (11);
- Europejska strategia „od pola do stołu” (12);
- Strategia na rzecz niebieskiej gospodarki dla zrównoważonej przyszłości (16);
- Europejska strategia nowa ekonomia o obiegu zamkniętym (4);
- Plan działania na rzecz eliminacji zanieczyszczeń wody, powietrza i gleby (17);
- Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności (15);
- Europejska Strategia na rzecz „fali renowacji” (13);
- Europejska strategia leśna do 2030 r. (7);
- Strategia Europa 2020 (5).

Europejskie prawo klimatyczne (33), które weszło w życie z dniem 30 czerwca 2021 r. ma zagwarantować, że do realizacji wyznaczonego celu okresowego tj. redukcji emisji gazów cieplarnianych o 55% do 2030 r. w porównaniu z rokiem 1990, przyczynią się wszystkie obszary unijnej polityki oraz wszystkie sektory gospodarki i grupy społeczne. Europejskie prawo o klimacie przewiduje także ambitniejsze regulacje w zakresie sektora „Użytkowanie gruntów, zmiana użytkowania gruntów i leśnictwo” (LULUCF) związanego z gospodarowaniem glebą, drzewami, roślinami, biomasą i drewnem (6, 35). Szczególną cechą tego sektora jest nie tylko emitowanie gazów cieplarnianych do atmosfery, ale także efektywne pochłanianie CO<sub>2</sub>. W ocenie Montanarelli i Panagosa (31) właściwe użytkowanie tych obszarów w dłuższej perspektywie przyczyni się w sposób istotny do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Obecnie państwa członkowskie UE w odniesieniu do zarządzanych gruntów uprawnych, użytków zielonych i terenów podmokłych zobowiązane są do prowadzenia rachunków rozliczeniowych odzwierciedlających emisję i pochłanianie dwutlenku węgla (6).

Wprowadzenie EZŁ (9) do polityki UE oznacza, że dotychczasowe rozwiązania prawne, jak na przykład strategia glebowa opublikowana w 2006 (2) zostaną poddane przeglądowi i, w razie potrzeby, będą zweryfikowane oraz dostosowane do zwiększonych europejskich ambicji związanych z celem neutralności klimatycznej. Należy podkreślić, że strategia EZŁ (9) zdecydowanie wykracza poza samo ograniczanie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Ogólna wizja przyszłej, neutralnej klimatycznie UE zarządzającej glebami w sposób zrównoważony, przedstawiona w EZŁ, ma odniesienie w innych strategiach, m.in. Europejskiej strategii bioróżnorodności 2030 (SRB) (11) stanowiącej zasadniczy element EZŁ, Europejskiej strategii „od pola do stołu” (PDS) (12), nowej Europejskiej strategii glebowej pn. „Czerpanie korzyści ze zdrowej gleby dla ludzi, żywności, przyrody i klimatu” (SZG) (8), które wpływają na obecny kształt Wspólnej Polityki Rolnej, zakresu misji pn. „Dbałość

o gleby to dbałość o życie” (37) realizowanej w ramach Horyzont Europa oraz wspólnych programów europejskich.



Rys. 1. Założenia transformacji gospodarki Unii Europejskiej z myślą o zrównoważonej przyszłości w ramach Europejskiego Zielonego Ładu

Źródło: opracowanie własne na podstawie COM/2019/640 (9)

### Europejska strategia bioróżnorodności 2030

Degradacja gleby jest zjawiskiem powszechnym, występującym we wszystkich częściach świata (30), dlatego zapobieganie temu procesowi oraz przywracanie jakości gruntom zdegradowanym jest bardzo istotnym elementem, także w kontekście ochrony bioróżnorodności (25). Działania w tym kierunku chronią i wzmacniają usługi ekosystemowe gleb niezbędne dla utrzymania życia na Ziemi i zapewnienia dobrobytu ludziom (25). Pomimo działań w kierunku zapobiegania degradacji gleb i ochrony bioróżnorodności w wielu krajach UE obserwuje się nasilenie różnych nie-

korzystnych zjawisk, w tym postępujące zasklepienie gleb i nasilenie erozji wodnej powierzchniowej (30, 38, 39). Z raportów KE dotyczących monitorowania postępu zasklepienia gleb wynika, że nadal żyzne gleby są przeznaczane pod różnego rodzaju inwestycje (31). Na takich gruntach następuje bezpowrotna utrata bioróżnorodności i zdolności magazynowania węgla oraz wody (38). Utrata wierzchniej warstwy gleb spowodowana erozją wodną powierzchniową jest nadal na terenie UE jednym z największych zagrożeń dla funkcji gleb. Powoduje dewastację gruntów oraz niesie istotne koszty ekonomiczne dla obywateli Europy związane z usuwaniem warstwy namytej czy pogłębianiem rzek (22, 38, 39). Degradacja gleb w wyniku erozji wodnej to również utrata różnorodności biologicznej, od której zależy prawidłowe funkcjonowanie gleb (25). Dla ochrony bioróżnorodności, ale też zdrowia obywateli UE ważny jest stan zanieczyszczenia gleb substancjami toksycznymi pochodzącymi z przemysłu i rolnictwa. Wysokie stężenia zanieczyszczeń m.in. w glebach użytkowanych rolniczo są jedną z głównych przyczyn utraty różnorodności biologicznej, co powoduje zmniejszoną zdolność ekosystemów do świadczenia usług, takich jak na przykład dostarczanie czystej wody czy rozkład zanieczyszczeń (25, 36).

Biorąc pod uwagę przedstawione fakty, w maju 2020 r. UE przyjęła Unijną strategię bioróżnorodności do 2030 r. (ESB) pod nazwą „Przywracanie przyrody do naszego życia”. USB powstała na podstawie unijnej dyrektywy ptasiej, dyrektywy siedliskowej oraz sieci obszarów chronionych Natura 2000, znacznie rozszerzając ich zakres. Dokument ten wskazuje kompleksowy, ambitny, długoterminowy plan ochrony przyrody i odwrócenia procesu degradacji ekosystemów. ESB do 2030 r. zapowiada odnowę różnorodności biologicznej Europy z korzyścią dla ludzi, klimatu i planety, dlatego wskazuje konkretne działania i zobowiązania dla krajów członkowskich, które muszą być wypełnione do 2030 r. ESB zakłada realizację wielu celów, które bezpośrednio lub pośrednio dotyczą ochrony gleb użytkowanych rolniczo, w tym:

- ustanowienie obszarów chronionych na co najmniej 30% powierzchni lądowej i 30% powierzchni morskiej Europy,
- odtworzenie zdegradowanych ekosystemów na lądzie i na morzu poprzez wzrost produkcji w systemie rolnictwa ekologicznego i zwiększenie liczby elementów krajobrazu rolniczego przyjaznych przyrodzie;
- zmniejszenie zużycia i ryzyka związanego ze stosowaniem pestycydów o 50% do 2030 r. – zasadzenie 3 miliardów drzew.

ESB (11) stawia również inne cele, na przykład wprowadzenie żywoplotów, drzew, stawów jako elementów krajobrazu oraz włączenie gleb odlogowanych z powrotem do gospodarstw rolnych w celu zwiększenia sekwestracji węgla. UE liczy, że na ochronę różnorodności biologicznej z różnych źródeł zostanie odblokowane około 20 mld Euro rocznie, w tym funduszy UE oraz funduszy krajowych i prywatnych, a także zapowiada, że zagadnienia dotyczące ochrony kapitału naturalnego i różnorodności biologicznej zostaną włączone na stałe do praktyk biznesowych (11). Dla wzmocnienia działań na rzecz ochrony bioróżnorodności, w maju 2021 r. Komisja Europejska przyjęła plan działania UE w zakresie zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza,

wody i gleby pn. „Plan działania na rzecz zerowego zanieczyszczenia” (17). Wizja przedstawiona w tym planie przez UE to ograniczenie zanieczyszczenia środowiska do 2050 r., które ma polegać na zmniejszeniu poziomu substancji toksycznych m.in. w glebach do poziomów uważanych za nieszkodliwe dla zdrowia ludzi i prawidłowego funkcjonowania naturalnych ekosystemów (17).

### **Europejska strategia „od pola do stołu”**

Istotna część EŁZ (9) odnosi się do rolnictwa i kwestii bezpieczeństwa żywnościowego. System rolno-spożywczy (agrobiznes) UE wspierany przez Wspólną Politykę Rolną (WPR) według KE powinien nadal stanowić światowy standard w zakresie bezpieczeństwa dostaw, żywienia i jakości produktów rolnych. System ten ma przynieść korzyści środowisku przyrodniczemu poprzez prowadzenie produkcji żywności z minimalnym wpływem na przyrodę, gwarantując wszystkim Europejczykom świeżą i bezpieczną żywność (12). Europejska strategia „od pola do stołu” (12) (SPS) ma zmienić obecny unijny system żywnościowy na model zrównoważony, tj.:

- zapewnić – w ramach możliwości planety – wystarczającą podaż niedrogiej i pełnowartościowej żywności;
- zmniejszyć wykorzystanie pestycydów i nawozów oraz sprzedaż środków antydrobnoustrojowych co najmniej o 50%;
- zwiększyć powierzchnię gruntów przeznaczanych na rolnictwo ekologiczne co najmniej o 25%;
- propagować zrównoważoną konsumpcję żywności i zdrowe odżywianie;
- ograniczyć straty żywności i jej marnotrawienie;
- przeciwdziałać fałszowaniu żywności w łańcuchu dostaw;
- poprawić dobrostan zwierząt hodowlanych.

Jak podają Montanarella i Panagos (31), SPS będzie miała na celu rozwiązywanie powyższych problemów i wdrażanie skutecznego systemu monitorowania realizacji wyznaczonych celów. Ważne dla jej efektywnej implementacji będzie zbudowanie w UE skutecznego systemu monitorowania, raportowania i weryfikacji (MRV), który jest niezbędny do rozliczania zasobów węgla w glebach rolniczych do celów łagodzenia zmiany klimatu (6). System MRV ma zawierać pięć elementów, tj.:

- lokalizacje wzorcowe wykorzystujące doświadczenia wieloletnie na obszarze Europy;
- narzędzia teledetekcji oparte na najnowszych platformach satelitarnych, na przykład program UE Copernicus (18);
- obserwacje i pomiary naziemne, jak w systemie monitoringu gleby LUCAS (29);
- krajowe i regionalne badania gleby pod kątem zawartości węgla w glebach;
- zaawansowane modelowanie i analizę scenariuszy, w tym gromadzenie danych przestrzennych do przyszłych prognoz i ocen.

Europejski zintegrowany system monitorowania właściwości gleb – MRV (6) będzie miał za zadanie pogłębianie wiedzy na temat właściwości gleb oraz przyczyni się do wyboru wskaźników oceny żywności/zdrowia gleb na potrzeby analizy efektywności wdrażania nowej Wspólnej Polityki Rolnej. Do wskaźników oceny efektywności środowiskowej WPR (31) można zaliczyć na przykład intensywność i ograniczanie erozji wodnej powierzchniowej gleb oraz sekwestrację i rozkład węgla w glebie.

Aby osiągnąć jeden z celów Europejskiego Zielonego Ładu, konieczne jest wdrożenie środków służących zachowaniu jakości gleby i włączenie spójnych, zrównoważonych ram gospodarowania glebą. Wprowadzenie innowacyjnych praktyk rolniczych wraz z nową technologią to wyzwanie w ramach programu ramowego Horyzont Europa, w którym ponad 35% wydatków ma przyczynić się do realizacji celów klimatycznych. Program ten daje także dodatkowe możliwości pogłębiania wiedzy naukowej na temat zdrowia gleby dzięki wdrażaniu nowych narzędzi i metodyk, m.in. w zakresie badań właściwości biologicznych gleb, na przykład sekwencjonowanie DNA i RNA (31). Ważne z punktu widzenia utrzymania wysokiej jakości gleb będzie ponowne przeanalizowanie i rozpoznanie nowych procesów degradujących gleby rolnicze w UE (36), oprócz wskazanych wcześniej głównych zagrożeń dla gleb rolniczych, tj. erozji, zanieczyszczenia, zagęszczenia, zasklepiania oraz utraty materii organicznej gleby i różnorodności biologicznej (38, 39). Program Horyzont Europa oraz inne programy europejskie, jak na przykład Wspólny Europejski Program Gleba (36) powinny dostarczyć innowacyjnych rozwiązań do pełnego wdrożenia europejskiego zintegrowanego systemu monitorowania, raportowania i weryfikacji danych o glebach wraz ze wskaźnikami oceny ich jakości i usług ekosystemowych (36).

### **Europejska strategia glebowa do 2030 r.**

Europejska Agencja Środowiska przedstawiła opinię, iż na obszarze UE wciąż jest brak kompleksowych i spójnych ram polityki ochrony gleb (36). Ponadto europejska strategia tematyczna w dziedzinie ochrony gleby z 2006 r. (2) uległa dezaktualizacji, ponieważ nie jest ona dostosowana do obecnego kontekstu politycznego UE i posiadanej wiedzy naukowej opartej na faktach (31). EAŚ podkreśla, że jeżeli nie zostaną podjęte żadne działania dotyczące ochrony gleb, istnieje duże ryzyko, że UE nie wypełni celów Europejskiego Zielonego Ładu i celów zrównoważonego rozwoju ONZ, tj. nie osiągnie planowanych celów neutralności klimatycznej oraz neutralności degradacji gleb. EAŚ wskazała, że potrzebna jest nowa strategia dotycząca gleb, ponieważ dane naukowe dowodzą, że zasoby węgla organicznego w wierzchnich warstwach gleb uprawnych maleją, zasięg terenów podmokłych i torfowiskowych w UE stale się zmniejsza, przy czym około połowa torfowisk w UE jest obecnie osuszona, a dwie trzecie europejskich terenów podmokłych zostało bezpowrotnie utraconych od początku XX wieku (22, 25). W UE znajduje się wiele terenów potencjalnie zanieczyszczonych w wyniku działalności przemysłowej, ale również produkcji rolniczej, która przyczynia się do zanieczyszczenia gleb m.in. pe-



stycydami, antybiotykami, azotem oraz drobinami plastiku (31). Zajmowanie gruntów pod inwestycje i zasklepienie gleb to problem wielu krajów europejskich, w których rozwój infrastruktury nadal odbywa się głównie kosztem gruntów rolnych (38, 39). W wielu krajach Europy gleby wykazują wysokie lub bardzo wysokie ryzyko pustynnienia lub są zasolone, co ogranicza produkcję rolniczą (8). Na podstawie przedstawionych faktów została opracowana nowa Europejska strategia glebowa (ESG) (8), która ukazała się w dniu 17 listopada 2021 r. pod nazwą „Czerpanie korzyści ze zdrowej gleby przez ludzi, żywność, przyrodę i klimat”.

ESG stanowi uzupełnienie Europejskiej strategii na rzecz bioróżnorodności do 2030 r. (11) i jest niezbędnym elementem pozwalającym osiągnąć cele EZŁ (9). W dokumencie tym podkreślony został fakt, że UE nie posiada wdrożonych ram ochrony gleb, inaczej jak ma to miejsce w przypadku wody i powietrza, a rozwój wiedzy na temat gleb i ich wpływu na zmiany klimatu wskazuje, że dbałość o zdrowe gleby jest potrzebna jak nigdy dotąd. Nowa ESG wyznacza następujące cele średnio-terminowe do 2030 r.:

1. Zwalczanie pustynnienia, przywracanie do użytkowania zdegradowanych gruntów i gleb, w tym gruntów dotkniętych pustynnieniem, suszami i powodzią, oraz dążenie do osiągnięcia świata neutralnego pod względem degradacji gruntów;
2. Odnowienie znacznych obszarów ekosystemów bogatych w węgiel, w tym gleb;
3. Osiągnięcie redukcji gazów cieplarnianych netto w UE na poziomie 310 milionów ton ekwiwalentu CO<sub>2</sub> rocznie w sektorze LULUCF (6, 35);
4. Osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego i chemicznego wód powierzchniowych oraz dobrego stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych do 2027 r.;
5. Zmniejszenie strat składników odżywczych o co najmniej 50%, ogólnego stosowania i ryzyka oddziaływania pestycydów chemicznych o 50% oraz stosowania bardziej niebezpiecznych pestycydów o 50% do roku 2030 r.;
6. Poczynienie znacznych postępów w rekultywacji terenów zanieczyszczonych.

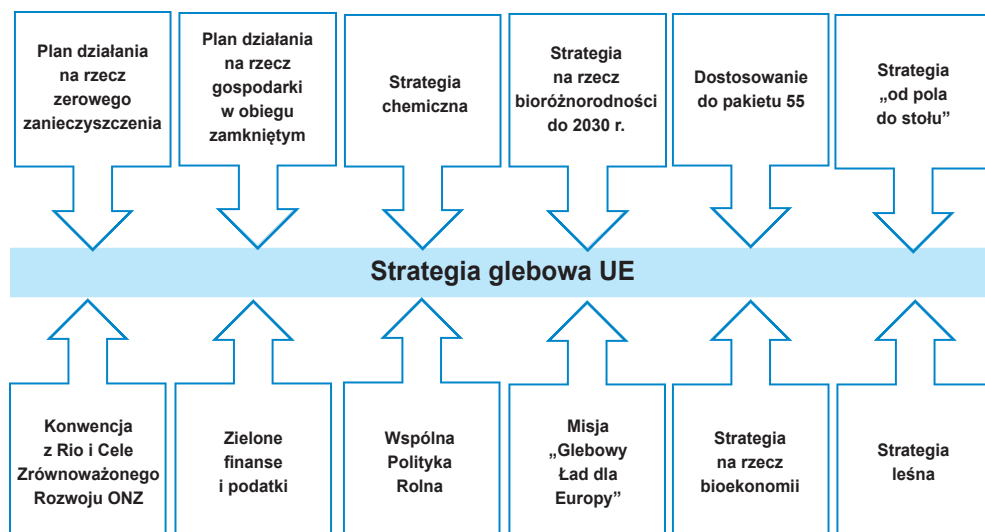
Cele długoterminowe Unijnej strategii glebowej to:

1. Osiągnięcie stanu zerowego zajmowania gruntów netto (na przykład pod rozwój aglomeracji miejskich);
2. Redukcja zanieczyszczeń w glebach do poziomu uznawanego za nieszkodliwe dla zdrowia ludzkiego i naturalnych ekosystemów, tworząc w ten sposób środowisko wolne od toksyn;
3. Osiągnięcie neutralności klimatycznej UE i w pierwszym kroku dążenie do osiągnięcia neutralności klimatycznej na lądzie do 2035 r.;
4. Przygotowanie społeczeństwa odpornego na zmianę klimatu, w pełni przystosowanego do nieuniknionych skutków zmian klimatu do 2050 r.

W ESG (8) zostało wprowadzone pojęcie zdrowych gleb, które wykazują dobre właściwości chemiczne, fizyczne i biologiczne, świadcząc różne usługi ekosystemowe. EGS zapowiada również pojawienie się nowego prawa UE, tj. Prawa Odnowy Przyrody zapewniającego przywrócenie ekosystemów do dobrego stanu do 2050 r.

oraz Prawa Zdrowe Gleby obejmującego, uzgodnione z krajami członkowskimi, wskaźniki takiego stanu.

Ponadto w ESG (8) znajdują się zagadnienia odnoszące się do ochrony i poprawy różnorodności biologicznej gleb oraz przeciwdziałania zanieczyszczeniu pochodzącemu ze źródeł rozproszonych. Zwiększono także uwagę na rosnące zagrożenie pustynnieniem. ESG konsoliduje, uzupełnia i steruje działaniami w różnych obszarach polityki, a także obejmuje wszystkie kluczowe aspekty horyzontalne, od instrumentów finansowania po rozwój wiedzy, badania, komunikację i współpracę międzynarodową, co ma odbywać się w ścisłej koordynacji i komplementarności z innymi inicjatywami UE (rys. 2).



Rys. 2. Połączenia między Unijną strategią glebową i innymi inicjatywami klimatyczno-gospodarczymi Unii Europejskiej

Źródło: opracowanie własne na podstawie COM(2021)699 (8)

Ważniejsze inicjatywy o zasięgu europejskim, które zapowiada ESG to:

- odnowa zmeliorowanych gleb organicznych, włączenie się UE do oceny stanu torfowisk w świetle koordynowanej przez FAO Światowej Inicjatywy Torfowiskowej;
- włączenie się UE do międzynarodowej inicjatywy „4 przez 1000” w celu zwiększenia zawartości węgla w glebach użytkowanych rolniczo;
- przedłożenie wniosku ustawodawczego w sprawie certyfikacji usuwania dwutlenku węgla z atmosfery;
- zbadanie możliwości ponownego wykorzystania gleb po zakończonej remediacji i opracowanie podstaw prawnych do wprowadzenia „paszportu wykopanej gleby” związanego z jej obrotem i ponownym wykorzystaniem na terenie UE;

- utworzenie Światowego Obserwatorium Bioróżnorodności Gleby;
- wdrożenie przez państwa członkowskie UE inicjatywy „zbadaj swoją glebę za darmo” – utworzenie koalicji UE dla zdrowych gleb.

Ważne z punktu widzenia zachowania zdrowia gleb na obszarze UE jest opracowanie/wyбір wskaźników do ich opisu oraz wykonywanie analiz przestrzennych i prezentowanie wyników tych analiz w postaci map pozwalających na oceny poczynionych postępów we wdrażaniu nowej ESG. Zadania te ma realizować powołane w grudniu 2020 r. Europejskie Obserwatorium Gleby (EUSO), które usprawni i skonsoliduje prace państw członkowskich UE w zakresie monitorowania gleby i opracowywania oraz wdrażania wskaźników ich oceny. ESG również zapowiada przygotowania i wprowadzenie spójnego systemu MRV połączonego z krajowymi działaniami państw członkowskich dotyczącymi wdrażania EZŁ i Unijnej Strategii Glebowej. System MRV będzie współpracował ze Zintegrowanym Systemem Zarządzania i Kontroli (IACS), Inicjatywą Wspólnego Programu w zakresie Gospodarki Glebami Rolnymi, bieżącymi działaniami Europejskiej Agencji Środowiska i agencji ONZ, w tym Światowym i Europejskim Partnerstwem Glebowym. Planowany system znacznie rozszerzy działanie obecnego Europejskiego Centrum Danych o Glebie (ESDAC), wprowadzając m.in. nowe wskaźniki oceny zdrowia gleby odzwierciedlające różne czynniki istotne dla służb Komisji Europejskiej związanych z glebami, takich jak: DG ENV, DG CLIMA, DG AGRI, DG SANTE i inne. Jednym z priorytetów EUSO będzie dostarczanie regularnych sprawozdań na temat degradacji i rekultywacji gruntów na potrzeby kontroli osiągnięcia przez UE neutralności degradacji gleby. EUSO będzie też wspierać niezbędnymi danymi Europejski Zielony Ład, w szczególności Unijną strategię bioróżnorodności 2030 (11) oraz Europejskie Prawo Klimatyczne (33), zapewniając regularne monitorowanie zawartości/zasobów węgla organicznego w glebie i obszarów torfowiskowych w celu osiągnięcia zerowej emisji gazów cieplarnianych netto do 2050 r.

### **Misja „Troska o glebę to troska o życie”**

Gleby użytkowane rolniczo stanowią podstawę do produkcji 95% naszej żywności i realizacji innych podstawowych usług ekosystemowych, takich jak czysta woda, bioróżnorodność i regulacja klimatu (37). Jednak z raportu EAS (22) wynika, że 60–70% gleb w UE uważa się za „niezdrowe”, co sprawia, że UE może mieć problem z produkcją wystarczającej ilości żywności o wysokich walorach odżywczych. Około 70% gruntów rolnych w UE wykazuje nadmierne poziomy składników odżywczych dla roślin uprawnych, co ma negatywny wpływ na jakość wody i bioróżnorodność. Ponadto około 25% gruntów w Europie Południowej, Środkowej i Wschodniej jest obarczonych wysokim lub bardzo wysokim ryzykiem pustynnienia. Szacuje się, że koszty związane z degradacją gleb w UE przekraczają 50 mld EUR rocznie (37).

Misje to nowatorska inicjatywa stanowiąca skoordynowane działania mające sprostać najważniejszym wyzwaniom społecznym UE, tj. walka z rakiem, adaptacja do zmian klimatu obejmująca społeczną transformację, zachowanie zdrowych oceanów, mórz, wód przybrzeżnych i śródlądowych, neutralnych klimatycznie i inteligentnych miast, zdrowej gleby i żywności. Ambicją misji „Troska o glebę to troska o życie” (37) jest dostarczenie narzędzi, które pomogą: zwiększyć świadomość na temat znaczenia gleb, współpracować z obywatelami, tworzyć wiedzę i opracowywać rozwiązania w celu przywrócenia zdrowia gleby i jej funkcji. Nowa wiedza i innowacyjne rozwiązania mają przyczynić się do zwiększenia skali podejść agroekologicznych w podstawowej produkcji rolniczej poprzez utworzenie specjalnego partnerstwa, tzw. żywych laboratoriów i latarni morskich, w których ma odbywać się demonstracja dobrych praktyk zarządzania glebą w rzeczywistych warunkach (37). Misja wskazuje na utworzenie sieci 100 żywych laboratoriów i latarni morskich, które pomogą wskazywać, co oznaczają zdrowe gleby, współtworzyć wiedzę, testować rozwiązania i demonstrować ich wartość w rzeczywistych warunkach. Misja „Troska o glebę to troska o życie” (37) będzie współpracować z różnymi grupami odbiorców i tworzyć skuteczne partnerstwa w różnych skalach, tj.: sektorów, regionów czy państw, aby chronić glebę w Europie i poza nią. Takie podejście ma się przyczynić do ograniczenia stosowania pestycydów, nawozów sztucznych i środków przeciwdrobnoustrojowych. Aby przyspieszyć innowacje i transfer wiedzy, KE będzie dążyć do wzmocnienia roli europejskiego partnerstwa innowacyjnego na rzecz wydajnego i zrównoważonego rolnictwa (EIP-AGRI), a w kontekście WPR będzie kontynuować upowszechnianie w państwach członkowskich skutecznych rozwiązań w zakresie zrównoważonego zarządzania glebą i składnikami pokarmowymi. Celami, do których dąży misja jest osiągnięcie stanu, w którym co najmniej 75% wszystkich gleb będzie zdrowych, będących w stanie zapewnić niezbędne usługi ekosystemowe w zakresie zdrowej żywności, ludzi, przyrody i klimatu, a także demonstracja dobrych praktyk zarządzania glebą przy użyciu żywych laboratoriów i latarni morskich oraz poprawienie monitorowania stanu gleby. Misja przyczyni się do realizacji celów Europejskiego Zielonego Ładu związanych ze zrównoważonym rolnictwem, odpornością na zmianę klimatu, różnorodnością biologiczną i zerowym zanieczyszczeniem gleb.

### **Wspólna Polityka Rolna po 2020 r.**

Jednym z głównych narzędzi wykorzystywanych przez UE w celu ochrony gleb użytkowanych rolniczo jest Wspólna Polityka Rolna, która ma potencjał, aby zapewnić lepsze standardy gospodarowania glebą, wymagając od rolników stosowania dobrych praktyk rolniczych w zamian za uzyskane dopłaty obszarowe. W WPR wspierana jest dywersyfikacja upraw, utrzymywanie trwałych użytków zielonych i przeznaczenie 5% gruntów ornych na obszary proekologiczne, takie jak drzewa, żywopłoty lub grunty odłogowane. Oprócz tych wymogów część płatności bezpośrednich dostępnych dla rolników jest uwarunkowana zastosowaniem „środków zazieleniania”. Ponadto

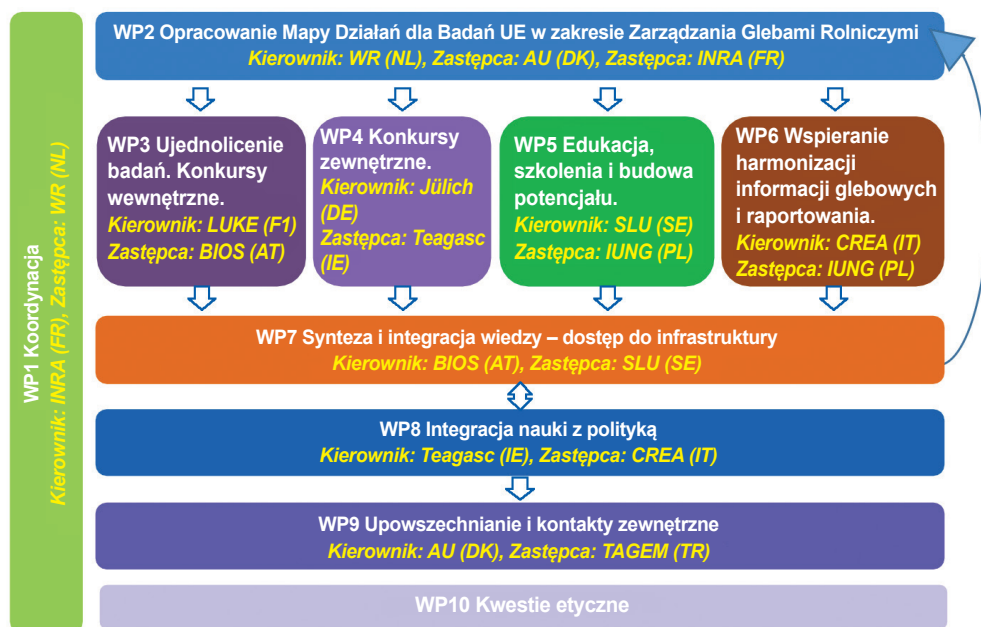
w ramach pierwszego filaru WPR rolnicy zobowiązani są do wdrażania norm Dobrej kultury rolnej zgodnej z ochroną środowiska (normy GAEC) (27). Normy te mają na celu spowodowanie działań rolników przyczyniających się do gromadzenia materii organicznej w glebie, zwiększania bioróżnorodności gleby, ograniczania erozji gleby i ochrony zasobów wodnych. Nowa WPR po 2020 r. wpisująca się w cele EZŁ (9) oraz wspomagająca realizację Unijnej strategii bioróżnorodności (12) i Unijnej strategii „od pola do stołu” (11) zapowiada bardziej ambitnie działania na rzecz środowiska i klimatu. Wzmocnione zostaną obowiązkowe wymogi, które muszą przestrzegać rolnicy, obejmujące:

- zachowanie gleb bogatych w węgiel poprzez ochronę terenów podmokłych i torfowisk;
- zarządzanie składnikami odżywczymi w celu poprawy jakości wody i zmniejszenia poziomu emisji amoniaku i podtlenku azotu;
- stosowanie płodozmianu zamiast dywersyfikacji upraw.

Rolnicy mają też być nagradzani za stosowanie lepszych praktyk, wykraczających poza obowiązkowe wymagania. W tym celu każdy kraj członkowski jest zobowiązany do opracowania własnego systemu ekoprogramów/ekoschematów i działań rolno-środowiskowo-klimatycznych, aby zachęcić rolników do praktyk, które są dostosowane do lokalnego kontekstu każdego kraju. W nowej WPR cyfryzacja i rolnictwo precyzyjne są wskazywane jako ważne narzędzie optymalizacji żyzności gleby oraz zmniejszenia zanieczyszczenia gleb i wód poprzez stosowanie ilości nawozów dostosowanej do rzeczywistych potrzeb roślin uprawnych.

### **Wspólny Europejski Program Gleba**

Wymagania Unii Europejskiej, aby polityczne działania w zakresie środowiska i klimatu były oparte na wiarygodnych danych naukowych realizowanych na terenie całej Wspólnoty oraz potrzeba uzyskania wiarygodnych danych o glebach, ich harmonizacji oraz raportowania dla potrzeb EUSO doprowadziły do ogłoszenia konkursu w ramach Wspólnych inicjatyw programowych UE. Tematyka jednego z projektów finansowanych w ramach takiego konkursu dotyczy działań w kierunku przyjaznego dla klimatu zarządzania glebami rolniczymi (ang. *Towards climate-smart sustainable management of agricultural soils*, grant nr 8626295). Program o akronimie EJP SOIL jest finansowany przez Komisję Europejską oraz instytucje odpowiedzialne za gospodarowanie glebami i posiadające dane o właściwościach gleb. W przypadku Polski, w programie EJP SOIL właścicielem programu i instytucją współfinansującą jego realizację jest Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, a wykonawcą zadań w programie (ang. *Program Manager*) – Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach. Program EJP SOIL składa się z dziewięciu pakietów roboczych (rys. 3), których działanie wpisuje się w treść strategii UE zawierających problematykę zrównoważonego gospodarowania glebami rolniczymi.



Rys. 3. Schemat roboczy programu EJP SOIL, grant 862695

Źródło: opracowanie M. Wydra

Program EJP SOIL realizuje 26 instytucji badawczych z 23 krajów europejskich. Zespół ten wykonuje zadania, które mają doprowadzić do:

- opracowania mapy działań wspierającej podejmowanie strategicznych decyzji w kwestiach naukowych, politycznych i wdrożeniowych przez interesariuszy w całej Europie, w tym określenie aspiracji na poziomie regionalnym, krajowym i europejskim, wykonanie przeglądu aktualnej sytuacji dostępności i wykorzystania wiedzy na temat gospodarowania glebami rolniczymi oraz syntezy kluczowych zagadnień związanych z glebą (WP2);
- finansowania i monitorowania realizacji wewnętrznych i zewnętrznych międzynarodowych projektów badawczych otwartych dla partnerów EJP SOIL i powiązanych z nimi stron trzecich (WP3) oraz partnerów niepowiązanych z EJP SOIL (WP4), aby wypełniać luki w badaniach na temat m.in. usług ekosystemowych gleb, bilansowania strat węgla w glebach, wykorzystania metod skreningowych i zdjęć satelitarnych do analiz właściwości gleb;
- wzmocnienia stanu wiedzy i budowania potencjału początkujących i uznanych naukowców pracujących w tematyce z zakresu gleb rolniczych w całej Europie oraz zapewnienie ścieżki dalszego rozwoju naukowcom będącym na wczesnym etapie kariery poprzez, m.in. prowadzenie studiów doktoranckich oraz wspieranie wymiany naukowców (WP5);

- opracowania uzgodnionej bazy danych o właściwościach gleb w celu poprawy europejskiego wkładu w międzynarodową sprawozdawczość dotyczącą gleb oraz europejskiej polityki rolnej. W ramach tego obszaru zadaniowego (WP6) zostaną wyznaczone m.in. wartości docelowe dla zawartości SOC w glebach użytkowanych rolniczo oraz stopnie degradacji gleb rolniczych i wskaźniki ich zdrowia. W zakresie obszaru zadaniowego 6 będą przedstawione metody opracowania map zawartości węgla w glebach rolniczych oraz wskazane wartości wskaźników ich żyzności i degradacji, a także sprawozdawczości do EUSO z uwzględnieniem dyrektywy INSPIRE (19);
- dokonania syntezy działań badawczych dla naukowców i decydentów politycznych, w szczególności w odniesieniu do opracowania ram przyjaznego dla klimatu zrównoważonego zarządzania glebami w rolnictwie. Wynikiem realizacji obszaru zadaniowego będzie opracowanie stron internetowych dedykowanych zarządzaniu glebami rolniczymi dla wykorzystania w przyszłości i zaprojektowanie materiałów służących do budowania potencjału rolników i doradców w celu wdrożenia na większą skalę inteligentnego klimatycznie i zrównoważonego zarządzania glebami rolniczymi. W obszarze zadaniowym jest położony nacisk na nawiązanie otwartego dialogu i aktywnego zaangażowania w relacji z decydentami, zrozumienie i analiza potrzeb decydentów w zakresie nowych badań i interpretacji danych, wspieranie decydentów we wdrażaniu przepisów dotyczących sekwestracji C i świadczenia usług ekosystemowych przez gleby rolnicze w UE oraz przekładanie otrzymanych wyników na zalecenia ekspertów w zakresie polityki, a także upowszechnianie i promowanie prac i wyników EJP SOIL wśród decydentów unijnych i międzynarodowych (WP8);
- wspierania i ułatwiania komunikacji, upowszechniania i wykorzystania programu pośród europejskich i krajowych grup docelowych, w tym interesariuszy (rolników, organizacji rolniczych, przemysłu, decydentów) oraz wspierania komunikacji, upowszechniania i wykorzystywania bardziej szczegółowych rezultatów naukowych, będących częściowo efektem działania konsorcjum EJP SOIL i projektów finansowanych w ramach EJP SOIL (WP9).

### **Podsumowanie**

Gleby stanowią jeden z najważniejszych elementów środowiska przyrodniczego, gwarantują społeczeństwu m.in. bezpieczeństwo żywnościowe oraz dostarczają niezbędne usługi ekosystemowe. Ochrona gleb i przywracanie im wysokiej jakości stały się jednymi z celów nowej polityki Unii Europejskiej przedstawionych w Europejskim Zielonym Ładzie, który zawiera holistyczne ujęcie zagadnień klimatyczno-gospodarczych. Ochrona różnorodności biologicznej, produkcja żywności cechującej się wysoką jakością, ograniczenie stosowania pestycydów, dbałość o jakość gleb, remediacja gleb zanieczyszczonych, zwiększona sekwestracja węgla w glebach, ochrona obszarów mokradłowych, w tym głównie torfowisk, to tylko

niektóre zagadnienia wymienione do realizacji do 2050 r. Społeczeństwo europejskie czeka bardzo wiele wyzwań związanych z wdrażaniem ambitnej polityki UE.

Warto podkreślić, że zagadnienia dotyczące zrównoważonego wykorzystania gleb i ich ochrony zostały ujęte w sposób kompleksowy i potraktowane na równi z ochroną powietrza i wody. Jednak przyjęte prawo nasuwa wiele pytań co do jego pozytywnej realizacji. Z opisów zawartych w strategiach wynika, że wyznaczone cele dotyczą powierzchniowej warstwy gleby, natomiast na wiele procesów glebowych zachodzących w poziomie próchnicznym wpływają właściwości poziomów położonych głębiej w profilu glebowym, których planowane monitoringi, raportowanie i weryfikacja nie uwzględniają. Dane przedstawiane w raportach na temat skali degradacji gleb w Europie budzą wątpliwości, czy w ogóle uda się do 2050 r. osiągnąć wyznaczone cele. Na przykład remediacja gleb zanieczyszczonych hydrofobowymi związkami organicznymi może trwać wiele dekad ze względu na ich oddziaływanie z materią organiczną, a zwiększanie zawartości materii organicznej w glebach może dodatkowo spowalniać te procesy. Wprowadzenie niektórych praktyk uprawowych zapobiegających erozji gleb przy dużym rozdrobnieniu gruntów i z uwzględnieniem uwarunkowań historycznych może nie zagwarantować zadowalających efektów przeciwdziałania tym zjawiskom. Ograniczenie zużycia środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych może wzbudzić sprzeciw przemysłu chemicznego ukierunkowanego na korzyści ekonomiczne.

Bez względu na wątpliwości, które nasuwają niektóre rozwiązania i mierniki realizacji celów wdrażania Europejskiego Zielonego Ładu, we wdrażaniu tej polityki godny podkreślenia jest duży nacisk na upowszechnianie wiedzy o glebach, wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań, których wyniki można zobaczyć w warunkach polowych, możliwość bezpłatnego badania właściwości gleb oraz ścisłej współpracy wszystkich środowisk odpowiedzialnych za zdrowie gleb.

## Literatura

1. COM(2021) 82 European Commission 24/02/2021 Forging a climate-resilient Europe – the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change.
2. COM(2006)231 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Thematic Strategy for Soil Protection.
3. COM(2011)571 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Roadmap to a Resource Efficient Europe.
4. COM(2020)98 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions A new circular economy. Action Plan For a cleaner and more competitive Europe.
5. COM(2021)350 final Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a stronger Single Market for Europe's recovery.
6. COM(2021)554 final Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council amending Regulations (EU) 2018/841 as regards the scope, simplifying the compliance rules, setting out the targets of the Member States for 2030 and committing to the collective achievement of climate neutrality by 2035 in the land use, forestry and agriculture sector, and (EU) 2018/1999 as regards improvement in monitoring, reporting, tracking of progress and review.



7. COM(2021)572 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. New EU Forest Strategy for 2030.
8. COM(2021)699 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Soil Strategy for 2030 Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate.
9. COM/2019/640 final, Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal.
10. COM/2020/21 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Sustainable Europe Investment Plan European Green Deal Investment Plan.
11. COM/2020/380 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. EU Biodiversity Strategy for 2030 Bringing nature back into our lives.
12. COM/2020/381 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system.
13. COM/2020/662 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives.
14. COM/2020/667 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Chemicals Strategy for Sustainability Towards a Toxic-Free Environment.
15. COM/2020/789 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future.
16. COM/2021/240 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. On a new approach for a sustainable blue economy in the EU Transforming the EU's Blue Economy for a Sustainable Future.
17. COM/2021/400 final Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Pathway to a Healthy Planet for All EU Action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil'.
18. Copernicus Land Monitoring Service (CLMS). <https://land.copernicus.eu/>
19. DIRECTIVE 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE).
20. DIRECTIVE 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions (integrated pollution prevention and control).
21. European Commission. Technical guidance handbook: Setting up and implementing result-based carbon farming mechanisms in the EU. 2021 [www.4p1000.org](http://www.4p1000.org)
22. European Environmental Agency. The European Environment: State and Outlook. 2020.
23. European Joint Programme SOIL - Towards climate-smart sustainable management of agricultural soils grant No <https://ejpsoil.eu/>
24. Fit for 55 The EU's plan for a green transition <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/eu-plan-for-a-green-transition/>
25. Food and Agriculture Organization. State of knowledge of soil biodiversity – Status, challenges and potentialities. 2020.
26. Food and Agriculture Organization. Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy, 2017.
27. Good Agricultural and Environmental Practices (GAEC) under CAP; [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/income-support/cross-compliance\\_en#gac](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/income-support/cross-compliance_en#gac).

28. International Energy Agency, Energy technology perspectives 2020. Report. 2020 <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>.
29. LUCAS Land Use and Coverage Area frame Survey- Joint Research Centre, European Soil Data Centre (ESDAC). [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=LUCAS\\_-\\_Land\\_use\\_and\\_land\\_cover\\_survey](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=LUCAS_-_Land_use_and_land_cover_survey).
30. Montanarella L., Badraoui M., Chude V., Dos Santos Baptista Costa I., Mamo T., Yemefack M., Singh Aulang M., Yagi K., Young Hong S., et al.: Status of the World's Soil Resources. Main report 2015 Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy, pp. 650.
31. Montanarella L., Panagos P.: The relevance of sustainable soil management within the European Green Deal Land Use Policy. Land Use Policy 100 (2021) 104950, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104950>.
32. Porozumienie paryskie 2015. [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement\\_pl](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_pl)
33. Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law') PE/27/2021/REV/1 <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj>.
34. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, General Assembly, United Nations A/RES/70/1.
35. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/841 w sprawie włączenia emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych w wyniku działalności związanej z użytkowaniem gruntów, zmianą użytkowania gruntów i leśnictwem do ram polityki klimatyczno- energetycznej do roku 2030 i zmieniające rozporządzenie (UE) nr 525/2013 oraz decyzję nr 529/2013/UE.
36. Sauer N., Vossen B., Grüning J., Mensen A., Bauer M., Tripolszky S.: Soil: worth standing your ground for. Arguments for the Soil Framework Directive. European Environmental Bureau, 2010, pp. 16. [www.eeb.org](http://www.eeb.org)
37. Soil Health and Food Mission Board, Mission "Caring for Soil is Caring for Life" September 2020, 978-92-76-21602-5.
38. Stolte J., Tesfai M., Øygarden I., Kværnø S., Keizer J., Verheijen F., Panagos P., Ballabio C., Hessel R.: Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services; EUR 27607 EN; 2015, pp. 207. <https://eeb.org/work-areas/nature-agriculture/soil/>.
39. Toth G., Montanarella L., Rusco E.: Threats to Soil Quality in Europe. EUR 23438 EN. Luxembourg (Luxembourg): OPOCE; 2008, JRC46574, pp. 157.

---

Adres do korespondencji:

*dr hab. Bożena Smreczak*  
*Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel. 81 4786918*  
*e-mail: Bozena.Smreczak@iung.pulawy.pl*

---

AUTOR	ORCID
Bożena Smreczak	0000-0001-8972-8636
Aleksandra Ukalska-Jaruga	0000-0002-9253-2383