

# **Raport końcowy z zadania 2.5 Prace eksperckie związane z rozporządzeniem UE w sprawie odbudowy zasobów przyrodniczych (NRL)**



**Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa  
Państwowy Instytut Badawczy,  
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy**

Wykonawcy zadania:

**Paweł Radzikowski**  
Zakład Agroekologii i Ekonomiki  
**Sylwia Pindral**  
Zakład Gleboznawstwa i Analiz Środowiskowych  
**Jolanta Bojarszczuk**  
Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu  
**Jacek Niedźwiecki**  
Zakład Gleboznawstwa i Analiz Środowiskowych  
**Bożena Smreczak**  
Zakład Gleboznawstwa i Analiz Środowiskowych

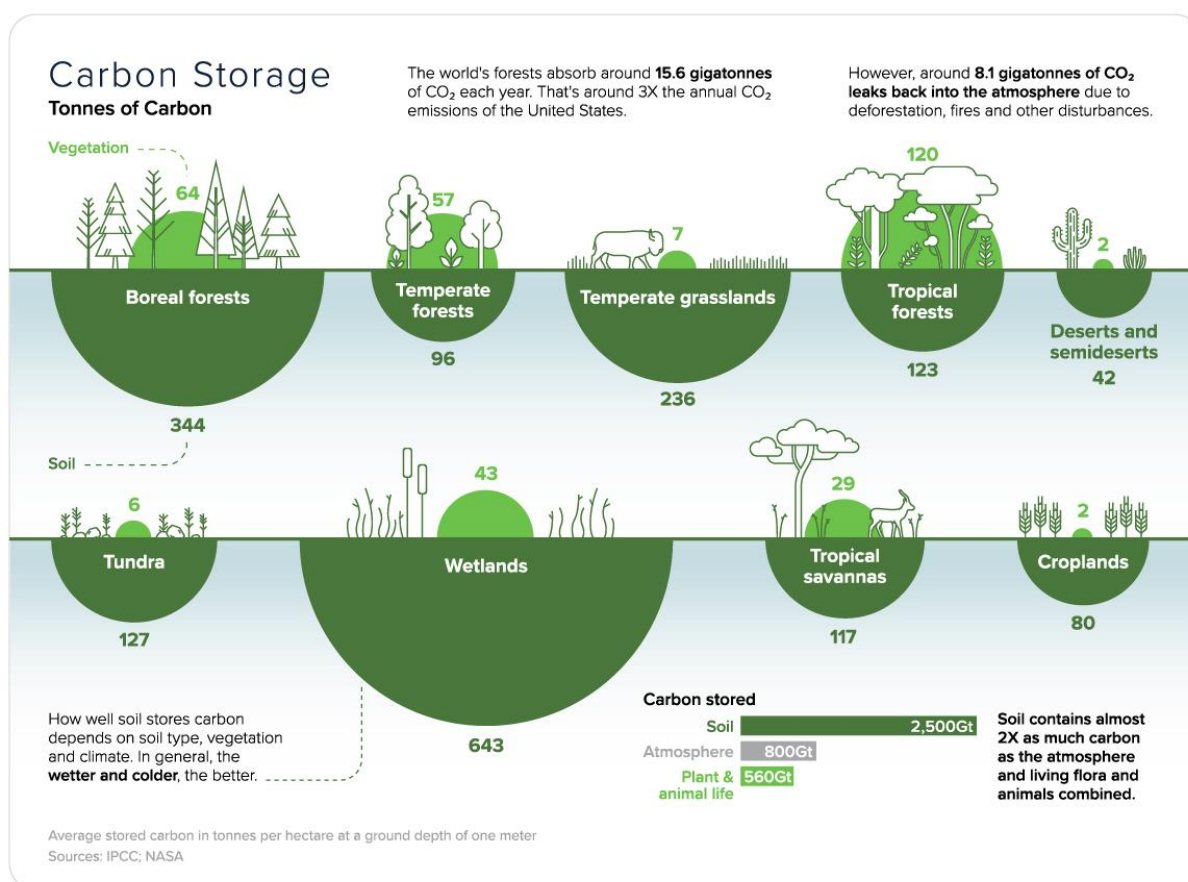
**Puławy, 2024**

## Spis treści

1. Wstęp .....	3
2. Cel: Odnowa torfowisk i gleb organicznych .....	4
2.1 Identyfikacja i wskazanie obszarów przeznaczonych do odbudowy zasobów przyrodniczych ....	4
2.2 Wartość początkowa wskaźników związanych ze stanem gleb organicznych .....	7
2.3 Wpływ wspólnej polityki rolnej na osiągnięcie celu odnowy torfowisk i gleb organicznych .....	9
2.3.1 Warunkowość.....	9
2.3.2 Ekoschematy.....	10
2.3.3 Interwencje PS PROW .....	10
2.3. 4 Praktyki rolnicze nie objęte wsparciem WPR .....	10
3. Cel: Trend wzrostowy zasobów węgla organicznego w glebach mineralnych gruntów uprawnych	11
3.1 Wartość początkowa wskaźników związanych ze stanem gleb mineralnych .....	11
3.2 Wpływ wspólnej polityki rolnej na osiągnięcie celu wskazania trendu wzrostowego węgla organicznego w glebach mineralnych .....	14
3.2.1 Warunkowość.....	14
3.2.2 Ekoschematy.....	17
3.2.3 Interwencje na rzecz rozwoju obszarów wiejskich .....	20
3.2.4 Inwestycje.....	22
3.2.5 Wsparcie dochodów związane z wielkością produkcji .....	22
3.2.6 Praktyki rolnicze nie objęte WPR .....	22
4. Podsumowanie .....	24
5. Literatura .....	25
6. Źródła danych .....	26

## 1. Wstęp

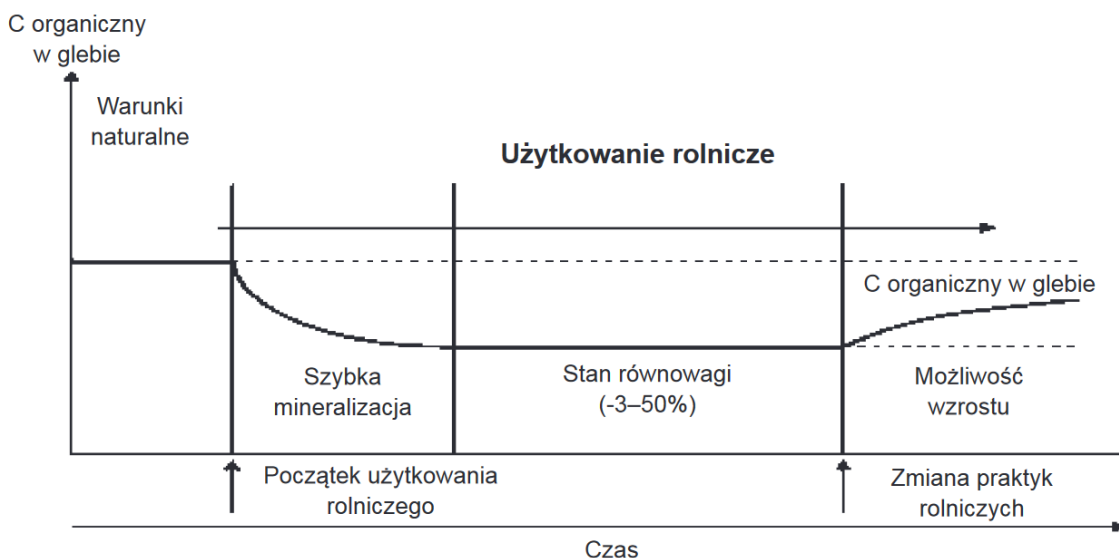
Zasoby węgla organicznego w glebach świata są zróżnicowane w poszczególnych ekosystemach. To jak dużo węgla organicznego ( $C_{org}$ ) akumuluje się w glebie zależy od wielu czynników, takich jak klimat, skała macierzysta, rzeźba terenu a także obecne formy pokrycia i użytkowania terenu. Jednym z najważniejszych czynników jest dostępność wody. Zarówno w klimacie gorącym, umiarkowanym jak i zimnym, ogromne ilości węgla organicznego gromadzą się w środowisku wodno-lądowym w postaci torfu i innych utworów organicznych. Wynika to po pierwsze z dużych przyrostów biomasy roślinności, dzięki dostępności wody. Po drugie z braku jej całkowitego rozkładu spowodowanego niedostatkim tlenu w środowisku silnego uwilgotnienia. W związku z tym, ekosystemami zawierającymi największe ilości węgla organicznego na całym świecie są mokradła. Najwięcej mokradeł występuje w warunkach klimatu chłodnego i umiarkowanego, min. ze względu na przewagę opadów and parowaniem (rys.1).



Rys.1. Zasoby węgla organicznego w glebach różnych ekosystemów. Źródło: ICCP, NASA. Za [www.visualcapitalist.com](http://www.visualcapitalist.com)

Kolejnym czynnikiem wpływającym na zawartość  $C_{org}$  jest średnia roczna temperatura powietrza. Zarówno gleby mineralne jak i organiczne zwykle charakteryzują się większą zawartością materii organicznej w klimacie chłodnym i umiarkowanym w porównaniu do cieplejszych regionów świata. Wynika to z ograniczania aktywności biologicznej organizmów glebowych, które rozkładają materię organiczną, pozwalając także na nabudowanie się jej zapasu w glebie. Trend ocieplania się klimatu będzie niestety powodował większą aktywność mikroorganizmów, w związku z tym ubytek materii organicznej w różnych typach gleb jest nieunikniony. Kolejnym istotnym czynnikiem jest materiał z którego gleby się wykształciły. Zwłaszcza w przypadku naszej szerokości geograficznej, zasoby węgla organicznego w materii organicznej są większe w glebach o dużej zawartości j frakcji ilastej i frakcji drobnego pyłu w porównaniu do gleb z przewagą frakcji piasku. Jednocześnie, w naszych warunkach

klimatycznych do kumulacji węgla organicznego konieczne jest wysycenie glebowego kompleksu sorpcyjnego jonami dwuwartościowymi o charakterze zasadowym np. wapnia, zapewniającymi koagulację próchnicy oraz obojętny lub zasadowy odczyn gleb. Z badań IUNG-PIB wynika, że większość gleb w kraju charakteryzuje się odczynem kwaśnym lub lekko kwaśnym. Większość gleb mineralnych w Polsce (>50%) to gleby wytworzone z piasków, które mają ograniczone zdolności akumulacji węgla organicznego. Kolejnym, obecnie najważniejszym czynnikiem kształtującym zawartość  $C_{org}$  w glebach jest sposób ich zagospodarowania i użytkowania. W warunkach naturalnych takich jak las czy użytek zielony, różne typy gleb osiągają swoją maksymalną pojemność materii organicznej, która wynosi około 2% dla gleb wykształconych na piaskach słabo gliniastych i 4-6% dla gleb wykształconych na utworach pylastych oraz >20% w przypadku gleb organicznych. Z raportów UE wynika, że intensywne uprawy rolnicze spowodowały spadek zawartości węgla organicznego do połowy poziomu jego naturalnej zawartości w warstwie 0-20 cm gleb użytkowanych rolniczo. Po przekształceniu lasu lub łąki na grunt orny dochodzi do gwałtownej mineralizacji materii organicznej w ilości ok 2t/ha/rok. Proces ten spowalnia i stabilizuje się po około 30-50 latach, w związku z czym zawartość  $C_{org}$  utrzymuje się na podobnym poziomie około 50% stanu naturalnego. W wyniku nawożenia organicznego i ograniczenia zabiegów uprawowych można znacznie zwiększyć zawartość  $C_{org}$ , jednakże, nie w takim stopniu jak został on utracony po przekształceniu lasu lub łąki i pastwisk na grunty orne (rys.2).



Rys. 2 Wpływ użytkowania rolniczego na zawartość węgla organicznego gleb. Źródło: Kuś 2015

## 2. Cel: Odnowa torfowisk i gleb organicznych

### 2.1 Identyfikacja i wskazanie obszarów przeznaczonych do odbudowy zasobów przyrodniczych

Powierzchnia torfowisk w Polsce w 2021 roku wynosiła około 14 950 km<sup>2</sup>, co stanowi 5% powierzchni naszego kraju. Około 1,3 mln ha torfowisk zostało odwodnionych na cele rolnicze, około 0,3 mln ha na cele leśne oraz 7,5 tys. ha przeznaczono na kopalnie torfu (dane z 2017 roku). Według raportu (Poland National Inventory z 2020 roku) w ramach użytkowania rolniczego torfowisk, ok. 0,2 mln ha użytkowanych jest jako grunty orne i około 0,8 mln ha jako trwałe użytki zielone (TUZ, łąki trwałe i pastwiska trwałe). Według danych IUNG-PIB, na terenach rolniczych występuje 13852,2 km<sup>2</sup> gleb organicznych, w tym 10684,8 km<sup>2</sup> gleb torfowych i 3168,4 km<sup>2</sup> torfowo-mułowych. Trzy gminy w kraju posiadają obszary ponad 100 km<sup>2</sup> gleb torfowych. Są to gminy Goniądz, Trzcianne i Sztabin w

województwie podlaskim. Jedenaście gmin posiada obszary gleb torfowych w zakresie 50-100 km<sup>2</sup>, są to gminy Grajewo, Rutki, Lipsk, Michałowo, Radziłów, Gródek, Suchowola, Rajgród (woj. podlaskie), Goleniów (woj. zachodniopomorskie), Główny (woj. pomorskie) i Pisz (woj. warmińsko-mazurskie) (Tab.1). Ponad 100 gmin (103) posiada obszar gleb torfowych w zakresie 20-50 km<sup>2</sup> a ponad 200 gmin (213) w zakresie 10-20 km<sup>2</sup>. Prawie 900 gmin (897) posiada obszar gleb torfowych w zakresie 1-10 km<sup>2</sup>, kolejne 739 gmin posiada obszar gleb torfowych poniżej 1 km<sup>2</sup>, czyli 100 ha. Obszary gleb torfowych występują w 1967 gminach z 2477 gmin w kraju, co stanowi ponad 79%.

Tab. 1. Gminy na terenie Polski z powierzchnią gleb torfowych powyżej 10 km<sup>2</sup>

Gminy	Powierzchnia gleb torfowych
Goniądz Trzcianne Sztabin	Powyżej 100 km <sup>2</sup>
Grajewo, Rutki, Goleniów, Główny, Lipsk, Michałowo, Radziłów, Gródek, Pisz, Suchowola, Rajgród	50-100 km <sup>2</sup>
Bargłów Kościelny, Sokółka, Szamocin, Chorzele, Czarnków, Augustów, Hańsk, Urszulin, Krokowa, Nowa Wieś Lęborska, Wolin, Trzebiatów, Szczecinek, Sejny, Biskupiec, Orzysz, Krasnopol, Szczecin, Smołdzino, Witnica, Baranowo, Puck, Ełk, Stepnica, Trzcianka, Dorohusk, Choroszcz, Brusy, Turośl, Wicko, Zwierzyn, Wydminy, Biała Podlaska, Chodzież, Gryfice, Tykocin, Myślibórz, Kadzidło, Mikołajki, Działdowo, Kcynia, Wielbark, Gryfino, Karnice, Szczytno, Białogard, Szubin, Czersk, Cyców, Jednorożec, Gołdap, Ryn, Sosnowica, Drezdenko Nowogard, Łyse, Puńsk Dąbrowa Białostocka, Sawin Przemęt, Węgorzewo, Malechowo, Dolice, Kolno, Wiśniew, Górowo Iławeckie, Olecko, Police, Siedliszcze, Kamień Pomorski, Giżycko, Prostki, Boćki, Dźwierzuty, Kalinowo, Myszyniec, Barczewo, Złotów, Nakło nad Notecią, Rząśnik, Jaświły, Łapy, Ustka, Stare Kurowo, Lelis, Więcbork, Chełm, Kozłowo, Ostrów Lubelski, Dobrzyniewo Duże, Morąg, Narew, Drelów, Świerzno, Biezuń, Jedwabno, Szypliszki, Lidzbark Warmiński, Lubiszyn, Kołobrzeg, Ludwin, Mordy, Wieleń	20-50 km <sup>2</sup>
Kowale Oleckie, Łomża, Dubeninki, Wołyń, Stare Juchy, Kamień, Kobylnica, Wyrzysk, Dzierzgowo, Zalewo, Susz, Drawsko Pomorskie, Miłki, Miastko, Biała Piska, Purda, Łaszczów, Przybiernów, Stary Brus, Rybno, Łęczycza, Olsztynek, Ostróda, Bielsk Podlaski, Sadki, Troszyn, Ryńsk, Międzyrzec Podlaski, Krzyż Wielkopolski, Giby, Bierzwnik, Dobra (Szczecińska), Stara Kiszewa, Choszczno, Kętrzyn, Sępólno, Krajeńskie, Węgorzyno, Dębowa Kłoda, Santok, Jeziorany, Płońsk, Włodawa, Sypniewo, Recz, Knyszyn, Krzeszyce, Płaska, Świdwin, Suwałki, Ruciane Nida, Lipnica, Wieczfnia, Kościelna, Nowinka, Uścimów, Miłomłyn, Nowogródek Pomorski, Przygodzice, Jabłoń, Wierzbica, Złocieniec, Zamość, Sadlinki, Ruda-Huta, Suchań, Srokowo, Siemień, Mrozy, Kaczory, Szydłowo, Chojnice, Rutka-Tartak, Drawno, Janowo, Pozezdrze, Puchaczów, Zawady, Kęsowo, Kąkolewnica, Wisznice, Czemierniki, Pieniężno, Szczekociny, Barciany, Zakrzewo, Wiśniewo, Rzeczenica, Bakalarzewo, Trzebielino, Pasym, Warlubie,	10-20 km <sup>2</sup>

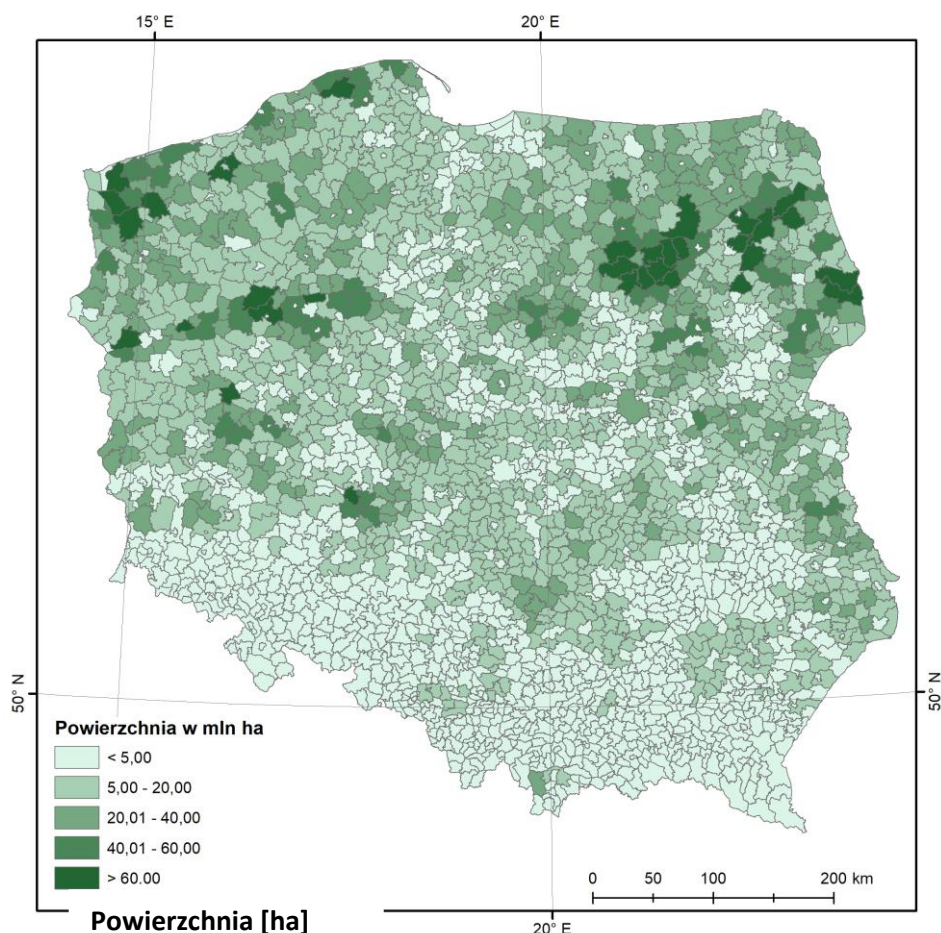
<p>Żmudź, Secemin, Długosiodło, Wyszki, Milejczyce, Rogowo, Kleszczele, Borki, Bartoszyce, Wągrowiec, Nowy Dwór, Stargard, Świętajno, Zalesie, Chojna, Zabłudów, Trzciel, Parczew, Turośń, Kościelna, Cekcyn, Narewka, Strzegowo, Celestynów, Kiwity, Krzywda, Biskupiec, Tuchomie, Ostrów, Mazowiecka Mońki, Świętajno, Podedwórze, Skrwilno, Krasnosielc, Żuromin, Sianów, Banie Mazurskie, Czarna, Dąbrówka, Krzynowłoga, Mała, Krynki, Stężyca, Resko, Płoty, Przemków, Ujście, Dobrzany, Jonkowo, Szreńsk, Hanna, Kosakowo, Bobolice, Wyrki, Przechlewo, Karsin, Dąbrowa, Zielona, Sorkwity, Białośliwie, Ładzice, Wieliczki, Orla, Słupsk, Widuchowa, Tychowo, Krzyżanów, Zbójna, Chociwel, Łabiszyn, Supraśl, Iława, Budry, Osiek, Ulan-Majorat, Nidzica, Piecki, Gniewino, Gubin, Dębno, Kościan, Sławoborze, Pruszcz Gdański, Słońsk, Rozogi, Łuków, Trzcianko-Zdrój, Mirosławiec, Kuźnica, Kramsk, Małdyty, Lelów, Lubichowo, Łukta, Kampinos, Bytów, Latowicz, Śliwice, Braniewo, Wasilków, Nurzec-Stacja, Pszczew, Włoszczowa, Radzanów, Dobięgniew, Korycin, Wizajny, Czarnia, Krosno Odrzańskie, Tyszowce, Borne Sulinowo, Kargowa, Raciąż, Gniezno, Potęgowo, Białe Błota, Wałcz, Krypno, Sławno, Reszel, Janów, Kosów Lacki, Jeleniewo, Dębica Kaszubska, Tuczno, Kisielice, Dobra.</p>	
---	--

Dodatkowo na terenie wielu gmin występują gleby torfowo-mułowe, które także należy zakwalifikować jako potencjalne obszary torfowisk. Obszarów tych jest znacznie mniej niż gleb torfowych ale występują one aż w 1970 gminach (ponad 79%). W pięciu z nich (Kruszwica, Darłowo, Witnica, Nakło nad Notecią, Iława) nieznacznie przekraczają one obszar 20 km<sup>2</sup> (tab. 2). W 24 gminach ich obszar mieści się w zakresie 10-20 km<sup>2</sup>, w 782 gminach w zakresie 1-10 km<sup>2</sup>. W 1158 gminach zajmują obszar poniżej powierzchni 1km<sup>2</sup> zgodnie z danymi Mapy glebowo-rolniczej w skali 1: 25000.

Tab. 2. Gminy z obszarem gleb torfowo-mułowych większym niż 10 km<sup>2</sup>

Gminy	Powierzchnia gleb torfowo-mułowych
Kruszwica, Darłowo, Witnica, Nakło nad Notecią, Iława	Powyżej 20 km <sup>2</sup>
Widuchowa, Komarów-Osada, Słońsk, Werbkowice,, Kołobrzeg, Gryfino, Wolsztyn, Złotniki Kujawskie, Wyrzysk Gronowo Elbląskie, Mogilno, Santok, Dobre Miasto, Sicienko, Łabiszyn, Przyrów, Piecki, Bartniczka, Zławieś Wielka, Sadki, Będzino, Świątki, Świętajno, Miasteczko Krajeńskie	10-20 km <sup>2</sup>

Rozmieszczenie gleb torfowych i torfowo-mułowych na terenie kraju nie jest równomierne. Szczególną koncentrację tych obszarów można zauważyć na terenie województw: podlaskiego, warmińsko-mazurskiego, zachodnio-pomorskiego, lubelskiego i wielkopolskiego (rys.3). Obszary te są uważane także za ukierunkowane na intensywną produkcję rolniczą, jednakże sytuację tą należy przeanalizować bliżej na poziomie gmin. Nie mniej jednak, występuje duże zagrożenie konfliktu interesów pomiędzy produkcją rolniczą a próbą renaturyzacji obszarów gleb torfowych ze względu na ich położenie.



Rys. 3. Rozmieszczenie gleb organicznych (torfowych i torfowo-mułowych) na terenie kraju.

## 2.2 Wartość początkowa wskaźników związanych ze stanem gleb organicznych

Zawartość węgla organicznego w glebach torfowych i torfowo-mułowych jest zróżnicowana, na co wskazują wcześniejsze badania IUNG-PIB. Dla gleb torfowo-mułowych średnią zawartość  $C_{org}$  określono na 19,4 % (min 6,3%, max 31,4%). Dla gleb torfowych średnią zawartość węgla organicznego określono na poziomie 21,9% (min 4,4%, max 38,6%). Biorąc pod uwagę zarówno gleby torfowe jak i torfowo-mułowe, wartość wyjściową wskaźnika wyznaczyć można na poziomie 20,6 % przeciętnej zawartości węgla organicznego. Wartości docelowe wskaźnika nie zostały ustalone.

Kolejnym wskaźnikiem, który należy wykazać w celu realizacji NRL, jest przywrócenie do stanu naturalnego 30% torfowisk do roku 2030 w tym 25% poprzez ponowne ich zawadnienie. Na terenie kraju występuje ponad 1,3 mln hektarów (1385320 ha) gleb torfowych i torfowo-mułowych użytkowanych rolniczo, w związku z czym do renaturyzacji należałoby przeznaczyć ponad 400 tys. ha (415596 ha), z czego ponad 100 tys. ha (103899 ha) nawodnić. Jeżeli jednak jako obszary torfowisk zakwalifikujemy tylko gleby z przeciętną zawartością  $C_{org}$  na poziomie wyższym niż 20%, suma ta wyniesie tylko 291170 ha, z czego renaturyzacja objęłaby 107726 ha, w tym 26931 ha poprzez nawodnienie (tab. 3).

Tab. 3. Różne poziomy proponowanego wskaźnika docelowego renaturyzacji gleb organicznych

Kryterium	Powierzchnia [ha]	Renaturyzacja [ha]	Nawodnienia [ha]
Wszystkie grunty T+E*	1385320	415596	103899
Powyżej 40% $C_{org}$	57720	17316	4329

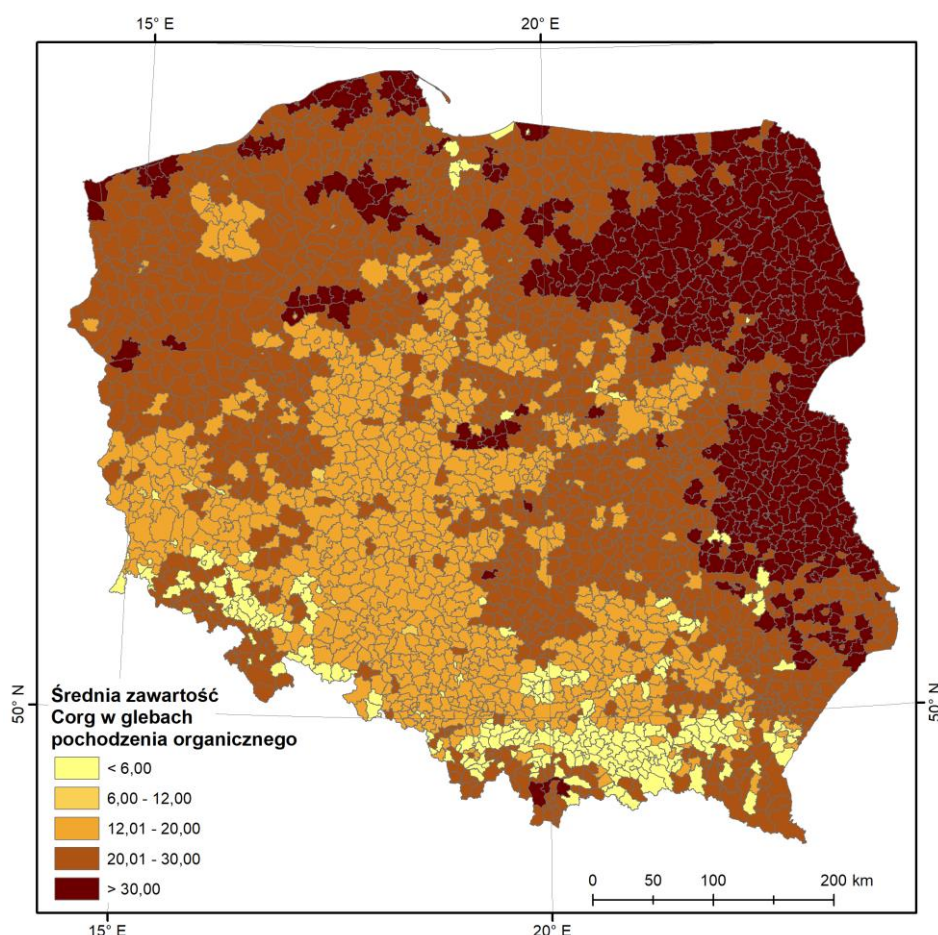


20-30% C <sub>org</sub>	291170	87351	21838
10-20% C <sub>org</sub>	359088	107726	26931
Poniżej 10% C <sub>org</sub>	2783	835	209

\*T+E – gleby torfowe i torfowo-mułowe

Geograficzne rozmieszczenie gleb bogatych w węgiel organiczny przejawia wyraźną tendencję koncentracji takich obszarów w północnej i wschodniej części kraju. Najwyższą wartość wskaźnika uzyskano na terenie woj. podlaskiego, oraz północnej części woj. lubelskiego oraz na granicy woj. warmińsko-mazurskiego i mazowieckiego (Rys.4). Gleby organiczne w województwach pomorskim, zachodniopomorskim oraz lubuskim także charakteryzowały się większą zawartością węgla organicznego (w glebach organicznych) w porównaniu do centralnej i południowej części kraju.

Najwięcej węgla organicznego zawierały gleby torfowe w gminie Hajnówka (45% przy obszarze 3,8 km<sup>2</sup>) oraz Gmina Łyse (43.5% przy obszarze 27 km<sup>2</sup>). Łącznie, 24 gminy posiadały gleby torfowe o przeciętnej zawartości C<sub>org</sub> powyżej 40%, na łącznym obszarze 577,1 km<sup>2</sup>. Kolejne 249 gmin posiadało gleby torfowe o przeciętnej zawartości C<sub>org</sub> na poziomie 30-40%, obejmując łączny obszar 2799,5 km<sup>2</sup>. W przedziale wartości 20-30% C<sub>org</sub> znajdowało się 5269,5 km<sup>2</sup> gleb torfowych występujących na terenie 849 gmin. W przedziale wartości 10-20% znajdowały się gleby torfowe zajmujące 2028,4 km<sup>2</sup> na terenie 801 gmin. Wartość poniżej 10% stwierdzono na terenie 43 gmin, na łącznym obszarze 10,2 km<sup>2</sup>.



Rys. 4. Średnia zawartość węgla organicznego [%C<sub>org</sub>] w glebach na terenie kraju.



## 2.3 Wpływ wspólnej polityki rolnej na osiągnięcie celu odnowy torfowisk i gleb organicznych

### 2.3.1 Warunkowość

- **GAEC 2: Ochrona torfowisk i terenów podmokłych**

Norma GAEC 2 dotyczy ochrony gleb bogatych w węgiel oraz terenów podmokłych. Obowiązek wyznaczenia obszarów objętych tą normą wynika z rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/2115 z dnia 2 grudnia 2021 roku i dotyczy tylko gruntów użytkowanych rolniczo, które kwalifikują się do płatności obszarowych WPR i na których prowadzona jest działalność rolnicza. W procesie wyznaczania gruntów objętych GAEC 2 brali udział naukowcy z Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach (IUNG-PIB), którzy przeprowadzili badania aktualnego stanu gleb pochodzenia organicznego na obszarze całego kraju w latach 2021-2023, dokonali inwentaryzacji gleb bogatych w węgiel i terenów podmokłych, analizę gleb, analizę zdjęć satelitarnych niezbędnych do wyznaczenia obszarów (działek ewidencyjnych) objętych ochroną w ramach normy GAEC 2. Tak jak w przypadku obszarów wyznaczanych do NRL po 2026 r, obszary które zostaną objęte normą GAEC2 od 2025 roku, są obecnie przedmiotem negocjacji z Komisją Europejską.

Wymogi GAEC 2 obejmują m.in. zakaz orania i wydobycia torfu oraz zakaz budowy nowych rowów i instalacji odwadniających. Wymogi tej normy zaczną obowiązywać od 1 stycznia 2025 roku.

Rolników wnioskujących o przyznanie płatności obszarowych obowiązują przepisy unijne, w tym te dotyczące ochrony trwałych użytków zielonych (TUZ). Jednym z wymogów jest obowiązek zachowania TUZ w Polsce na stabilnym poziomie. Obowiązek polega na monitorowaniu w całej Polsce zmian wskaźnika udziału TUZ do całkowitego obszaru użytków rolnych (tzw. GAEC 1). W przypadku zmniejszenia powierzchni TUZ o więcej niż 5% w stosunku do roku referencyjnego konieczne będzie podjęcie działań naprawczych.

W uchwale przedstawionej przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi i zaakceptowanej przez Komitet Monitorujący wskazano następujące wymogi GAEC 2:

Na trwałych użytkach zielonych wprowadza się: zakaz przekształcania lub zaorywania (dopuszcza się wykonanie zabiegu renowacji z zastosowaniem płytkiej uprawy gleby i podsiewu nie częściej niż raz na 4 lata); zakaz wydobywania torfu; zakaz budowy nowych rowów i instalacji drenujących do odwadniania/odprowadzania wody z terenu. Natomiast na gruntach ornych wprowadzono zakaz orania; zakaz wydobywania torfu; zakaz budowy nowych rowów i instalacji drenujących do odwadniania/odprowadzania wody z terenu.

- **GAEC 9: Zakaz przekształcania lub orania trwałych użytków zielonych wyznaczonych jako trwałe użytki zielone wrażliwe pod względem środowiskowym na obszarach należących do sieci Natura 2000**

Na trwałych użytkach zielonych wrażliwych pod względem środowiskowym (w tym na glebach torfowych i terenach podmokłych (tzw. GAEC 9)) na obszarach Natury 2000, również tych, które nie zostały jeszcze objęte planami zadań ochronnych i planami ochrony obowiązuje zakaz ich przekształcania i zaorywania. W ramach okresu programowania 2023-2027 powierzchnia tego typu cennych trwałych użytków zielonych wynosi **prawie 400 tys. ha**. Dodatkowo rolnicy, którzy gospodarują na obszarach Natura 2000, na których wyznaczono plany zadań ochronnych lub plany ochrony, są zobowiązani do przestrzegania wymogów wynikających z tych planów (tzw. wymogi

warunkowości: SMR 3 (ochrona dzikiego ptactwa) i SMR 4 (ochrona siedlisk przyrodniczych i dzikiej fauny i flory)).

### 2.3.2 Ekoschematy

- Ekoschemat I.4.5 Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych

Według danych ARIMR z 2023 roku Ekoschemat I.4. był realizowany na obszarze ok 320 tys. ha na których jednocześnie realizowano jeden z wariantów interwencji związanych z ochroną cennych siedlisk i ptaków na obszarach Natura2000 (poza wariantem z murawami), Ekoschematu Rolnictwo Węglowe (wariant z ekstensywnymi TUZ) oraz Interwencji Rolnictwo Ekologiczne (wariant trwałe użytki zielone). Oceniono, że wymóg retencjonowania wody przy wysyceniu gleby 80%, przez co najmniej 12 następujących po sobie dni, (w okresie od dnia 1 maja do dnia 30 września tego roku), znacząco wpływa na zachowanie węgla organicznego w glebach i potencjalnie może wpływać na występowanie procesów torfotwórczych na niektórych obszarach. Fakt, że ekoschematy są zobowiązaniami jednorocznymi a działania PROW i interwencje PS są zobowiązaniami pięcioletnimi, nie pozwala na zagwarantowanie realizacji celu odnowy torfowisk na tych obszarach w perspektywie dłuższej niż do 2030 r. Oczywistą kwestią jest też fakt, że nie wszystkie grunty na których realizowany jest I.4.5 są torfowiskami. Istotną uwagą może być natomiast fakt, że ekoschematem jest objęty bardzo duży obszar, ponad 320 tys. ha i że dane o działkach i beneficjentach są w posiadaniu ARIMR. Mogą one stać się podstawą do identyfikacji nie tyle obszarów, co beneficjentów zainteresowanych wdrażaniem NRL, ze względu na ich wcześniejsze zaangażowanie w Ekoschematy i DRŚK.

### 2.3.3 Interwencje PS PROW

Według danych ARIMR w 2023 roku tylko 830 ha torfowisk na obszarach Natura2000 i 400 ha poza nimi zostało objęte ochroną cennych siedlisk w ramach interwencji I8.1. Znacznie większy obszar o powierzchni ponad 3,5 tys. ha został objęty wariantem 1.9. Ochrona siedlisk łągowych wodniczki (Natura200). Były to głównie tereny dobrze zachowanych torfowisk. Poza obszarem Natura2000 ochroną siedlisk łągowych wodniczki objęto jeszcze 164 ha. Poniżej przedstawiono wykaz interwencji powiązanych z ochroną torfowisk na użytkach rolnych:

- I 8.1. - Ochrona cennych siedlisk i zagrożonych gatunków na obszarach Natura 2000
- Wariant 1.6. Torfowiska - wymogi kluczowe
- Wariant 1.6. Torfowiska- wymogi kluczowe i uzupełniające
- Wariant 1.9. Ochrona siedlisk łągowych wodniczki (8.1.10)
- I 8.2. - Ochrona cennych siedlisk i zagrożonych gatunków poza obszarami Natura2000
- I 8.2.6 - Torfowiska - wymogi kluczowe
- I 8.2.7 - Torfowiska - wymogi kluczowe i uzupełniające
- 8. 2.10 - Ochrona siedlisk łągowych Wodniczki

### 2.3. 4 Praktyki rolnicze nie objęte wsparciem WPR

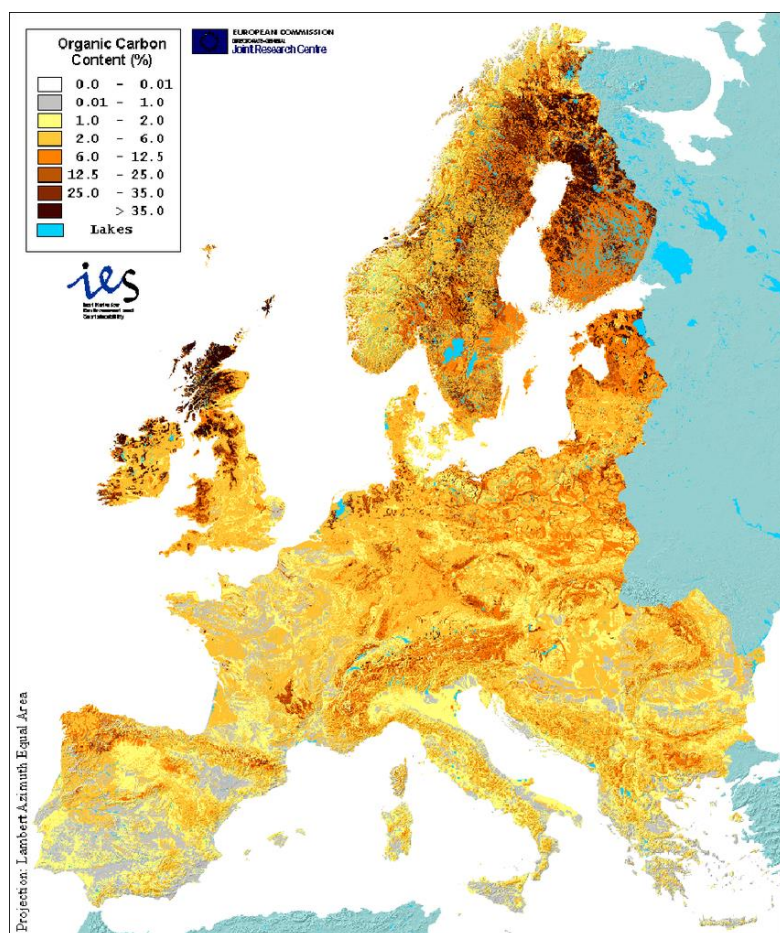
- Paludikultura

Paludikultura jest systemem rolniczym wykorzystującym tereny podmokłe. Jednym z założeń tego systemu jest rolnicze wykorzystanie zdegradowanych gruntów na nawodnionych torfowiskach. Podstawowym produktem jest biomasa z roślin znoszących duże uwilgotnienie, takich jak pałki, trzciny i turzyce. Biomasa może być wykorzystana jako pasza, ściółka i substrat energetyczny. W mniejszym stopniu paludikultura może zapewniać żywność i bioprodukty. Niektóre gatunki drzew, takie jak olcha, topola i wierzba mogą być uprawiane w warunkach wysokiego uwilgotnienia. Możliwość praktykowania paludikultury może wpłynąć na większą akceptację przeznaczanie terenów rolniczych na proces odnowy ekosystemów.

### 3. Cel: Trend wzrostowy zasobów węgla organicznego w glebach mineralnych gruntów uprawnych

#### 3.1 Wartość początkowa wskaźników związanych ze stanem gleb mineralnych

Obecnie, większość gleb mineralnych i organicznych w Europie osiąga swojego maksymalnego potencjału gromadzenia węgla organicznego. W przypadku gleb organicznych jest to głównie wynikiem ich odwodnienia w celu prowadzenia użytkowania rolniczego. W przypadku gleb mineralnych główną przyczyną jest ciągła uprawa i mineralizacja resztek poźniwnych. Trwałe użytki zielone natomiast, zawartością węgla organicznego są zbliżone do stanu ekosystemów naturalnych. W ujęciu geograficznym, największa koncentracja gleb bogatych w węgiel występuje na północy kontynentu. Są to gleby organiczne, powstałe w wyniku silnego uwilgotnienia na obszarach wycofującego się lądolodu (obszary młodo glacialne). Wiele z tych gleb nigdy nie została przekształcona na cele rolnicze. Na terenie Europy centralnej w tym Polski, liczne gleby organiczne zostały już przekształcone po II wojnie światowej w związku z panującym głodem. Dużo gleb organicznych a także mineralnych z względnie dużą zawartością  $C_{org}$  znajduje się w regionach górskich. Im dalej na południe Europy, tym większe powierzchnie zajmują gleby mineralne, w tym ubogie w węgiel organiczny (rys. 5). Wynika to z faktu wyższych średnich rocznych temperatur negatywnie wpływających na bilans węgla w glebie, większych sum upadków oraz dłuższej historii użytkowania rolniczego w niektórych regionach Europy.

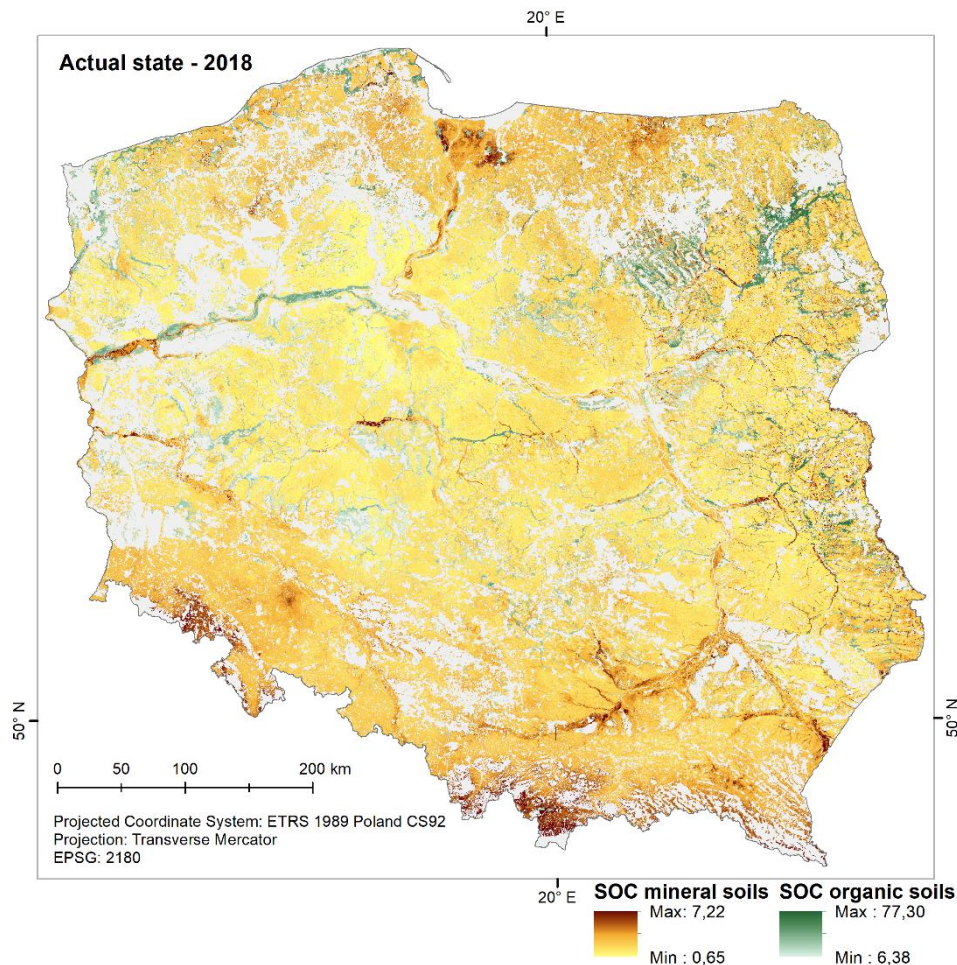


2

Rys. 5. Zawartość węgla organicznego w warstwie 30 cm na terenie Europy. Źródło: Jones et al., 2004.



Bardziej dokładne zróżnicowanie zawartości  $C_{org}$  w Polsce obrazuje mapa na rysunku 6. Gleby pochodzenia mineralnego znajdujące się w centralnej części Polski są uboższe w węgiel niż te znajdujące się w północnej i południowej części kraju. Wysoką zawartością materii organicznej wyróżniają się też gleby w dolinach rzecznych występujące w terenach nizinnych i wyżynnych oraz w górach. Brak jest danych o zawartości węgla organicznego w glebach nierolniczych, to jest leśnych. Najprawdopodobniej charakteryzują się one z jednej strony przeciętnie niską naturalną zawartością  $C_{org}$ , gdyż gospodarka leśna wykorzystuje głównie grunty o niskiej wartości dla rolnictwa. Z drugiej strony, lasy porastające lepsze stanowiska, najprawdopodobniej pozwalają na lepszą kumulację materii organicznej niż grunty rolne zlokalizowane na dokładnie tym samym typie gleb.



Ryc. 6. Zawartość węgla organicznego w glebach mineralnych i pochodzenia organicznego użytkowanych rolniczo opracowanych na podstawie II tury monitoringu stanu agrochemicznego gleb w skali kraju (baza danych IUNG-PIB na 2018 rok) z uwzględnieniem grup płatności w ramach WPR. Źródło: Boutier, A., Brunner, T., Coblinski, J.A., Escuer Gatius, J., Fahy, A., Foldal, C.B., Gaillot, A., Haas, E., Lemerrier, B., Borůvka, L., Kauer, K., Kitzler, B., Kraus, D., Kukk, L., Michot, D., Montagne, D., Musil, A., Pindral, S., Putku, E., Schmalz, E., O'Sullivan, L., Weninger, W., Walter, C., 2024. D. 3.4. Evaluation of soil threats and ecosystem service evolution under climate, land use or management changes. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13945384>

Analizując rozmieszczenie geograficzne gleb bogatych i ubogich w węgiel, można wyciągnąć dwa wnioski. Po pierwsze, na terenie centralnej Polski występują gleby mineralne, ubogie w węgiel

organiczny, w które wyższa zawartość węgla organicznego przyczyni się do realizacji celów produkcyjnych jak i środowiskowych rolnictwa. Należy jednak zaznaczyć, że są to głównie gleby wytworzone z piasków, w których niska zawartość iłu koloidalnego oraz podatność na zakwaszenie nie sprzyja stabilizacji i gromadzeniu się próchnicy. Po drugie, w północnej i południowej części kraju gleby mineralne są naturalnie bogatsze w  $C_{org}$ , w związku z faktem, że ich potencjał do jego kumulacji jest większy. W tym przypadku reprezentują one większe możliwości wykazania trendu wzrostowego niż gleby w centrum kraju, ze względu na pochodzenie skał macierzystych gleb, którymi są gliny zwałowe. Zakres zawartości  $C_{org}$  (SOM) wyznaczono na 0,65-6,22% dla krajowych gleb mineralnych.

Według badań Kuśmierz i in 2023 (rys. 7), średnia zawartość węgla organicznego w glebach mineralnych na gruntach ornych wynosiła w Polsce 1,78%. Głównym czynnikiem skorelowanym pozytywnie z zawartością  $C_{org}$  był odczyn gleb mierzony w jednostkach pH. Istotnymi czynnikami były także uziarnienie gleby, nawożenie organiczne i mineralne. Gleby charakteryzujące się dużą zawartością frakcji ilastej i pyłowej charakteryzowały się także większą zawartością  $C_{org}$  oraz większą odpornością na degradację próchnicy. Stwierdzono, że dawki nawożenia poniżej 50 kg N na hektar nie powodują zmniejszania zawartości materii organicznej w przypadku nawożenia mineralnego. W przypadku nawożenia organicznego (obornika), dawka 150 kgN na hektar była pozytywnie skorelowana z zawartością węgla organicznego gleb. Na podstawie tych badań można udowodnić, że nie tylko naturalne właściwości gleby kształtują zawartość węgla organicznego, ale także sposób użytkowania, w tym rodzaju stosowanego nawozu oraz jego dawki. Kluczowe w tej kwestii jest ograniczenie uprawy, nawożenie mineralne i uregulowanie pH w glebach użytkowanych rolniczo.



## 3.2 Wpływ wspólnej polityki rolnej na osiągnięcie celu wskazania trendu wzrostowego węgla organicznego w glebach mineralnych

### 3.2.1 Warunkowość

- GAEC 1: Utrzymywanie trwałych użytków zielonych w oparciu o proporcję trwałych użytków zielonych w stosunku do użytków rolnych

Norma GAEC 1 dotyczy ochrony trwałych użytków zielonych kumulujących znaczne zasoby węgla organicznego. Zakładając, że utrzymany jest poziom referencyjny proporcji TUZ do ogólnej powierzchni UR, to jest 18,33%, powierzchnia łąk i pastwisk powinna wynosić około 2,59 miliona hektarów, rocznie kumulując około 2,33 milionów ton węgla organicznego w glebach w skali kraju. Norma GAEC 1 zapobiega zmniejszeniu obszarów użytków zielonych o mniej niż 5% w stosunku do roku referencyjnego 2018. W związku z tym, założyć można, że omawiane przepisy chronią 95% obecnego obszaru TUZ przed przekształceniem, to jest około 2,46 milionów ha, zapewniając kumulację ok 2,22 mln ton węgla organicznego rocznie. Trend wzrostowy może być oczekiwany także na gruntach konwertowanych na użytki zielone w ramach konieczności spełnienia tej normy. Szacuje się, że trwałe użytki zielone rocznie kumulują ok 0,9 t węgla organicznego na hektar. Łąki i pastwiska położone na tym samym typie gleby średnio zawierają dwa razy więcej węgla organicznego niż grunty orne. Reprezentują tym samym naturalną zawartość  $C_{org}$  dla poszczególnych typów gleb, natomiast grunty uprawiane przez dłużej niż 50 lat charakteryzują się stanem obniżonym, nawet o połowę. Nie oznacza to jednak, że konwersja GO na TUZ przyniesie szybki efekt. Przeciętna zawartość węgla w glebach mineralnych Polski wynosi 50-100 t na ha. W związku z tym, powrót do naturalnej zawartości  $C_{org}$  poprzez podwojenie jego ilości w glebie w wyniku zmiany użytkowania musiałby zająć średnio ok. 80 lat, jeżeli w ogóle jest możliwy w warunkach zmieniającego się klimatu.

- GAEC 3: Zakaz wypalania ściernisk, chyba że odbywa się to ze względów związanych ze zdrowiem roślin

Norma GAEC 3 obejmuje obszary gruntów orných stanowiące około 11,26 miliona ha w skali kraju. Wypalanie resztek poźniwnych nie jest w naszej szerokości geograficznej powszechną praktyką. Dokonywane jest tradycyjnie w regionach suchych, gdzie brakuje wystarczającej wilgoci by na bieżąco rozkładać resztki poźniwne. Kumulacja biomasy w tych warunkach nie pozwalałaby na skuteczne wykonywanie zabiegów agrotechnicznych. Także w warunkach Polski, wraz ze wzrostem plonowania roślin uprawnych, rośnie masa plonu ubocznego. Obecnie, przeciętny plon zbóż wynosi ok. 5,5 ton/ha, zapewniając taką samą masę słomy. Stosunek słomy do ziarna jest jeszcze większy w przypadku coraz częściej uprawianych rzepaku i kukurydzy. Rozkład resztek poźniwnych zajmuje w naszych warunkach około 1,5 roku, dostarczając około 0,5 t próchnicy, co równoważy starty materii organicznej związane z uprawą gleby. Nie pozwala to jednak, na coroczne mieszanie z glebą słomy, gdyż dochodziłoby do jej kumulacji. W związku z tym, zwykle jest to dokonywane raz na dwa lata, a resztki poźniwne są sprzedawane lub wykorzystywane w gospodarstwie. W tym kontekście norma GAEC 3 pozwala na przynajmniej zachowanie neutralnego bilansu materii organicznej gleb. Odstępstwa od tej normy niekoniecznie także muszą negatywnie wpływać na bilans węgla organicznego. Skala spalania resztek poźniwnych ze względów sanitarnych jest niewielka, gdyż proces ten jest ograniczony innymi przepisami, związanymi z bezpieczeństwem pożarowym ustawą antysmogową oraz regulacjami lokalnymi i sezonowymi, co mocno zniechęca rolników. Nawet jeśli dochodzi do spalania biomasy ze względów np. fitosanitarnych, w wyniku spalania nie jest tracony cały węgiel organiczny. Jednocześnie



uwalniane są składniki pokarmowe roślin i powstają formy węgla które są bardzo trwałe w glebie np. biowęgiel.

- GAEC 4: Ustanowienie stref buforowych wzdłuż cieków wodnych

Norma GAEC 4 oznacza zakaz stosowania nawozów, innych substancji zawierających związek lub związki azotu wykorzystywanych rolniczo w celu zwiększenia wzrostu roślinności oraz środków ochrony roślin na gruntach rolnych w pobliżu wód powierzchniowych w odległości wynoszącej co najmniej 3 m. Do wód powierzchniowych, dla tej normy, zalicza się: rowy o szerokości powyżej 5 m, liczonej na wysokości górnej krawędzi brzegu rowu; jeziora i zbiorniki wodne; cieki naturalne; kanały; ujęcia wody, jeżeli nie ustanowiono strefy ochronnej na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne; obszary morskiego pasa nadbrzeżnego. W porównaniu do poprzedniego okresu programowania różnica polega na tym, że nie dotyczy to tylko nawozów azotowych, ale wszystkich typów nawozów i środków ochrony roślin.

- GAEC 5: Zarządzanie orką, przyczyniające się do zmniejszenia ryzyka degradacji i erozji gleby, w tym uwzględnianie nachylenia terenu

Norma GAEC 5 dotyczy proponowanych praktyk na zboczach o nachyleniu  $\geq 14\%$  ograniczą zjawiska erozji gleb oraz procesów towarzyszących – transportu składników nawozowych i zanieczyszczenia wód związkami biogennymi, utraty materii organicznej gleb zagrożonych erozją, zamulania dróg, poboczy oraz cieków wodnych. Obniżenie kryterium spadku z 20 do 14% wpisuje się w znaczne podwyższenie celu normy, tj. podwyższenie ochrony gruntów ornych przed erozją.

Gruntów ornych położonych na stokach o nachyleniu co najmniej 14%: nie wykorzystuje się pod uprawę roślin wymagających utrzymywania redlin wzdłuż stoku; nie utrzymuje się jako ugoru czarnego co najmniej od dnia 1 listopada danego roku do dnia 15 lutego kolejnego roku.

Na gruntach ornych położonych na stokach o nachyleniu co najmniej 14% wykorzystywanych pod uprawę roślin wieloletnich oraz na plantacjach drzew owocowych położonych na takich stokach utrzymuje się w międzyrzędziach okrywę roślinną lub ściółkę.

- GAEC 6: Minimalne pokrycie gleby, aby uniknąć pozostawienia gleby niepokrytej roślinnością w najbardziej newralgicznym(-ych) okresie(-ach)

Norma GAEC 6 dotyczy utrzymania okrywy ochronnej gleby co najmniej od dnia 1 listopada danego roku do dnia 15 lutego kolejnego roku: na powierzchni stanowiącej co najmniej 80% gruntów ornych wchodzących w skład gospodarstwa; w międzyrzędziach na plantacjach drzew owocowych.

Warunek utrzymania na powierzchni stanowiącej co najmniej 80% gruntów ornych wchodzących w skład gospodarstwa okrywy ochronnej gleby uznaje się za spełniony również wtedy, gdy rolnik nie dłużej niż przez 4 tygodnie w okresie od dnia zbioru uprawy w plonie głównym do dnia 15 października roku, w którym dokonano zbioru tej uprawy nie utrzymuje okrywy ochronnej gleby na powierzchni gruntów ornych ze względu na wysiew na tej powierzchni roślin ozimych lub międzyplonów. Jako spełnienie wymogów normy uznaje się m.in.: okrywę roślinną, uprawy ozime, trawy na gruntach ornych, międzyplony ozime, ścierniskowe, wsiewki, rośliny bobowate drobnonasienne oraz ich mieszanki z trawami, pozostawienie ścierniska, grunty pokryte resztkami poźniowymi oraz samosiewami zebranej uprawy, mulczem, ugorem zielonym.

Utrzymanie okrywy ochronnej gleby w okresie jesienno-zimowym przyczynia się do ochrony gleby przed erozją i utratą materii organicznej gleby. Ponadto wpływa ona także na ograniczenie spływu nawozów i związków biogennych do wód, przez co ogranicza ich zanieczyszczenie.

- GAEC 7: Płodozmian na gruntach ornych, z wyjątkiem upraw rosnących pod wodą

Norma GAEC 7 ma przyczynić się do zachowania potencjału gleby. Wdrożenie normy w proponowanej formie będzie mieć pozytywny wpływ na utrzymanie żyzności i jakości gleb poprzez racjonalną gospodarkę glebową materią organiczną oraz wspieranie efektywnego zarządzania składnikami pokarmowymi. Ponadto, wpłynie na ograniczenie presji chorób i szkodników powiązanej z upraszczaniem płodozmianu i w efekcie skutkować może zmniejszeniem zużycia środków ochrony roślin. Gospodarstwa powyżej 10 ha gruntów ornych zobowiązane są do: prowadzenia upraw na powierzchni co najmniej 40% gruntów ornych w taki sposób, aby na każdej działce rolnej, na tych gruntach, w porównaniu z rokiem poprzednim, była prowadzona inna uprawa w plonie głównym. Obowiązki te uznaje się za spełnione na danej działce rolnej w przypadku wprowadzenia po zbiorze plonu głównego uprawy wtórej, tj. międzyplonu (ozimego lub ścierniskowego lub wsiewki poplonowej), z PL 86 okresem utrzymania przez co najmniej 8 tygodni od terminu wysiewu, a w przypadku wsiewki - od terminu zbioru uprawy w plonie głównym. Jednocześnie, na wszystkich gruntach ornych w gospodarstwie, taka sama uprawa w plonie głównym nie może być prowadzona dłużej niż 3 lata. Powyższe zasady nie obowiązują w przypadku upraw korzystnie wpływających na poprawę i zachowanie potencjału gleby, takich jak: rośliny bobowate, trawy i inne zielne rośliny pastewne, mieszanki bobowatych drobnonasiennych z trawami, grunty ugorowane oraz uprawy wieloletnie.

- GAEC 8 Minimalny udział powierzchni gruntów ornych przeznaczonych na obszary i elementy nieprodukcyjne oraz na wszystkich użytkach rolnych, zachowanie elementów krajobrazu oraz zakaz ścinania żywopłotów i drzew podczas okresu lęgowego ptaków oraz okresu wychowu młodych.

Wymienione w normie GAEC 8 praktyki są ważnym elementem polityki zrównoważonego rozwoju, przyczyniającym się do wzmocnienia sieci siedlisk przyrodniczych, płatów i korytarzy ekologicznych, a przez to – zwiększenia różnorodności gatunkowej roślin i zwierząt. Bezpośrednio przyczyniają się do poprawy różnorodności biologicznej poprzez zachowanie i utrzymanie wskazanych elementów krajobrazu, a także poprzez określenie okresu przycinania drzew i krzewów w okresie lęgowym ptaków w gospodarstwach rolnych. Na użytkach rolnych będących w posiadaniu rolnika: nie niszczy się następujących elementów krajobrazu: drzew będących pomnikami przyrody, objętych ochroną na podstawie przepisów o ochronie przyrody, rowów, których szerokość nie przekracza 2 m, oczek wodnych o powierzchni mniejszej niż 100 m<sup>2</sup>; nie przycina się drzew i żywopłotów w okresie od dnia 15 kwietnia do dnia 31 lipca, z wyłączeniem: wierzb, drzew owocowych, gatunków drzew, których uprawa stanowi zagajnik o krótkiej rotacji.

- GAEC 9: Zakaz przekształcania lub orania trwałych użytków zielonych wyznaczonych jako trwałe użytki zielone wrażliwe pod względem środowiskowym na obszarach należących do sieci Natura 2000

Norma GAEC 9 dotyczy Utrzymania wyznaczonych cennych trwałych użytków zielonych na obszarach Natury 2000 w celu zachowania różnorodności biologicznej. W ramach tej normy rolnicy są zobowiązani do przestrzegania zakazu przekształcania lub zaorywania wyznaczonych cennych trwałych użytków zielonych położonych na obszarach Natura 2000. Cenne trwałe użytki zielone zostaną wyznaczone na obszarach Natura 2000, w oparciu o inwentaryzacje przeprowadzane przez organ właściwy do wdrożenia przepisów dyrektywy ptasiej (2009/147/WE) i siedliskowej (92/43/EWG) - w ramach opracowywania planów zadań ochronnych (PZO) i planów ochrony (PO) dla poszczególnych obszarów Natura 2000 oraz dodatkowych wyznaczeń na obszarach Natura 2000 dla których nie zostały jeszcze opracowane dokumenty planistyczne.

W PZO i PO zostały wskazane działania ochronne przyporządkowane do różnych przedmiotów ochrony, tzn. właściwych siedlisk przyrodniczych oraz siedlisk roślin i zwierząt objętych ochroną. Pewne wskazane w PZO i PO zadania dotyczące np. zachowania siedlisk przyrodniczych na trwałych użytkach zielonych, czy koszenia trwałych użytków zielonych są właściwe dla siedlisk położonych na trwałych użytkach zielonych. Dlatego też proponuje się, aby analogicznie jak w ramach płatności za zazielenienie, za cenne przyrodniczo zostały uznane siedliska przyrodnicze, gatunków roślin i zwierząt oraz ich siedlisk, dla których, w wyżej wymienionych planach, wskazano działania ochronne dotyczące trwałych użytków zielonych. Dodatkowo mając na względzie, iż proces opracowywania PZO i PO nie został jeszcze w Polsce zakończony (obecnie dokumenty planistyczne zostały opracowane dla 67% wszystkich obszarów Natura 2000), to tak jak miało to miejsce przy wyznaczaniu cennych TUZ na potrzeby zazielenienia, proponuje się aby na pozostałych obszarach Natura 2000 cenne trwałe użytki zielone były wyznaczone w oparciu o dane przestrzenne przekazane przez odpowiednie służby ochrony środowiska.

Orientacyjna powierzchnia ogółem w ha trwałych użytków zielonych, wyznaczonych jako trwałe użytki zielone wrażliwe pod względem środowiskowym na obszarach Natura 2000, objętych GAEC: 269000.0

### 3.2.2 Ekoschematy

- I.4.1 Obszary z roślinami miododajnymi

Interwencja I4.1 dotyczyła tworzenia obszarów miododajnych dla pszczoły miodnej i dzikich zapylaczy na gruntach ornych. Polega ona na wysianiu mieszanki złożonej co najmniej dwóch gatunków roślin, jednej z listy 38 gatunków roślin zielnych i jednej z listy 12 roślin polowych. Od momentu zasiania mieszanki, obowiązuje zakaz stosowania zabiegów agrotechnicznych w tym nawożenie, ochrony roślin, wypasu i koszenia do terminu 31 sierpnia. W założeniu, że cała biomasa roślin miododajnych zostanie wymieszana z glebą, można spodziewać się zwiększenia zawartości węgla organicznego w ilości od 50 do 200 kg na ha. W założeniu, że interwencja ta będzie realizowana na obszarze 30 tys. ha, można oczekiwać terenu wzrostowego materii organicznej na tym obszarze, w ilości około 3,75 tys. ton C org rocznie. Według danych ARiMR z 2023 roku, ekoschemat był realizowany na połowie zaplanowanego obszaru to jest na 15 tys. ha, potencjalnie zwiększając zasoby węgla organicznego o 1,875 tys. ton.

- I.4.2 Rolnictwo węglowe i zarządzanie składnikami odżywczymi (RW)

Rolnictwo węglowe było eksochematem najbardziej odpowiadającym na potrzeby celu wykazania trendu wzrostowego węgla organicznego w glebach mineralnych, jednocześnie realizowanym na największym obszarze i najskuteczniejszym. Na ekoschemat składało się 4 warianty, realizację których zaplanowano na powierzchni około 4,53 mln ha rocznie. Według danych ARiMR, w 2023 roku interwencja była realizowana na 3,04 mln ha, co było dużym sukcesem w pierwszym roku jego wdrażania. Poszczególne warianty różniły się powierzchnią wdrożenia i efektywnością kumulacji węgla w glebach.

- I.4.2.1 Ekstensywne użytkowanie trwałych użytków zielonych (TUZ) z obsadą zwierząt

W wariantcie rolnictwa węglowego I.4.2.1 trend wzrostowy węgla organicznego w glebach polega na zachowaniu użytków zielonych, które według różnych opracowań gromadzą 900 kg C<sub>org</sub> na hektar rocznie. Zakładając, że ekoschemat I.4.2.1 zapobiega przekształcaniu TUZ na grunty orane, można założyć, że zapewnia on trend wzrostowy na obszarze 171,33 tys. ha, zwiększając zawartość C<sub>org</sub> o 154,19 tys. ton w skali kraju. Zaznaczyć trzeba, że w PS PROW wariant I.4.2.1 został zaplanowany na 500,40 tys. ha rocznie, w związku z czym zaistniał konieczność jego szerszego wdrożenia.

- I.4.2.2 Międzyplony ozime lub wsiewki śródplonowe

Stosowanie wsiewek i międzyplonów pozawala na zwiększenie materii organicznej średnio o 110 kgC<sub>org</sub>/ha (międzyplony 80 kg C<sub>org</sub>/ha, wsiewki 140 C<sub>org</sub>/ha). Ekoschemat I.4.2.2 był realizowany na powierzchni ponad miliona hektarów (1,086 mln ha), zapewniając około 217,34 tys. ton C<sub>org</sub> związanego na gruntach ornych. Ekoschemat cieszył się dużą popularnością, która wielokrotnie przerosła zakładany produkt 310 tys. ha.

- I.4.2.3a Opracowanie i przestrzeganie planu nawożenia, wariant podstawowy

Plan nawozowy był realizowany na 1,63 mln ha, podczas gdy zakładany produkt wynosił 1,96 mln ha. Trudno jest ocenić bezpośredni wpływ przestrzegania planów nawozowych na stan materii organicznej gleb, jednakże efekt ten nie mógł być obojętny. Stwierdzono, że nadmierne nawożenie azotem może wpływać na zmniejszenie zawartości węgla organicznego poprzez zwięzanie stosunku C:N, powodujące degradację próchnicy. Duży wpływ na ten proces może mieć także zastępowanie nawozów organicznych mineralnymi, co postępuje od końca XX w., w związku z zanikiem produkcji zwierzęcej. Kolejnym trendem jest zastępowanie nawozów wieloskładnikowych przez nawozy azotowe, które zapewniają największy efekt plonotwórczy. Oczekiwane jest, że opracowanie i przestrzeganie planu nawożenia pomoże przynajmniej zapewnić zmniejszanie ubytku zasobów węgla w glebie, jednakże nie ma bezpośrednich dowodów na jego trend wzrostowy. Niektóre badania naukowe sugerują, że nawożenie mineralne azotem nieprzekraczające dawki 50 kgN/ha/rok nie przyczynia się do zwiększonej mineralizacji próchnicy glebowej. Jednocześnie, zwiększanie dawek innych mikroelementów takich jak potas i fosfor nie ma negatywnego wpływu na materię organiczną. Uzupełnianie nawożenia o magnez, wapń, siarkę oraz mikroelementy może mieć pozytywny wpływ na gromadzenie materii organicznej. W tym kontekście, plany nawozowe powinny przynieść pozytywny efekt, jeśli zostały prawidłowo skonstruowane.

- I.4.2.3b Opracowanie i przestrzeganie planu nawożenia, wariant z wapnowaniem

Interwencja I.4.2.3b była realizowana na ok. 151 tys. ha z zaplanowanych 1 758 tys. ha. Interwencja ta bardziej niż w przypadku I.4.2.3a przyczyniła by się do trendu wzrostowego próchnicy glebowej poprzez uregulowanie pH na znacznych obszarach gruntów ornych. Jedną z przyczyn degradacji glebowej materii organicznej i jej słabej kumulacji jest zakwaszenie gleb. Jak już wcześniej wspomniano, duży wpływ na akumulację węgla organicznego ma odczyn gleb mineralnych. Gleby o pH 6,5–7,2 i powyżej 7,2 akumulowały największe ilości węgla organicznego, odpowiednio 1,96% i 1,92%. Niskie pH miało negatywny wpływ na zawartość materii organicznej w glebie. Niewątpliwie, wyniki te były spowodowane wpływem pH na ilość i jakość substancji próchnicznych w glebie oraz możliwością ich stabilizacji. W pracy wykazano między innymi silne korelacje plonów upraw z pH i zawartością materii organicznej, które wynosiły odpowiednio  $r = 0,886$  i  $r = 0,759$ . Niewątpliwie wyższe pH optymalizowało środowisko wzrostu roślin, wykorzystanie makro- i mikroelementów z rezerw glebowych oraz nawozów, a także stymulowało produkcję biomasy. Im bardziej znacząca jest różnica między aktualną wartością pH a wymaganiami pH upraw, tym bardziej wapnowanie przyczynia się do zwiększenia plonów roślin. Należy podkreślić, że zakwaszenie gleb ogranicza produkcję biomasy i zagraża środowisku w Polsce w znacznie większym stopniu niż w wielu krajach europejskich i pozaeuropejskich. Wynika to głównie z polodowcowego zakwaszenia materiału macierzystego gleb polskich oraz wypłukiwania anionów wapnia i magnezu pod przewagą opadów nad parowaniem, a także dużego udziału gleb lekkich o dużej przepuszczalności. Większy udział resztek poźniowych w wapnowanych glebach rekompensuje początkowe straty węgla, spowodowane zwiększoną mineralizacją. Ponadto gleby niekwaśne sprzyjają przekształcaniu substancji próchnicznych w stosunkowo stabilne kompleksy organiczno-mineralne, które są trudniejsze do rozkładu. Wapno,

uwalniając jony  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  oraz zwiększając siłę jonową roztworu glebowego, może zwiększać flokulację minerałów ilastych i stymulować aktywność mikroorganizmów wydzielających środki wiążące cząsteczki gleby. W ten sposób przyczynia się do tworzenia stabilnych agregatów glebowych, co poprawia skuteczność fizycznej ochrony materii organicznej. Jony wapnia i magnezu oraz wyższe pH sprzyjają również przekształcaniu substancji próchnicznych w bardziej złożone związki organiczno-mineralne, które są mniej podatne na mineralizację. W związku z tym należy zwiększyć wykorzystanie ekoschematu I.4.2.3b.

- I.4.4 Zróżnicowana struktura upraw

Niektóre grupy upraw powodują degradację struktury gleby. Według opracowani Kusia z 2015 r., uprawa zbóż powoduje ubytek materii organicznej średni w ilości 400 kg na ha na rok (-223 kg  $C_{org}$ ). W ostatnich latach dominacja zbóż w strukturze zasiewów przekracza 70%. Uprawa kukurydzy, zwłaszcza zbieranej w całości na kiszonkę powoduje średnio degradację 800 kg materii organicznej na ha, czyli -560 kg w przeliczeniu na węgiel organiczny. W ostatnich latach mamy do czynienia z rosnącym udziałem kukurydzy w strukturze upraw. Uprawy ziemniaka i warzyw degradują ok 1000 kg materii organicznej (-560 kg  $C_{org}$ /ha/rok), jednakże ich powierzchnia nie jest duża w naszym kraju. W największym stopniu ubytek materii organicznej jest widoczny w przypadku upraw buraka cukrowego i pastewnego, średnio w ilości 1300 kg (-728 kg  $C_{org}$ /ha/rok). Uprawy o dodatnim bilansie węgla organicznego to bobowate na nasiona (bób, bobik, groch, łubin, soja), wieloletnie mieszanki traw i bobowatych drobnonasiennych (kończyny, lucerny, nostryk, komonica). Zaznaczyć trzeba, że przyrost materii organicznej jest niewielki w porównaniu do jej strat. Bobowate jednoroczne zapewniają średnio przyrost 160 kg glebowej materii organicznej na rok (90 kg  $C_{org}$ ), wieloletnie mieszanki kończyn i traw średnio 700 kg (392 kg  $C_{org}$ ). W związku z tym, efekt I.4.4 będzie zależny nie tylko od swojej skali wdrożenia ale przede wszystkim od tego, jakie uprawy są deklarowane. Interwencja została zaplanowana na produkt ponad miliona hektarów (1 075 000 ha), natomiast w 2023 roku rolnicy zgłosili do tego ekoschematu ponad półtora miliona hektarów (1 535 110,5). Wskazuje to na dużą popularność tego działania i na jego potencjalnie duży wpływ na realizację celu zwiększenia zasobów węgla organicznego w glebach mineralnych.

- I.4.5 Wymieszanie obornika na gruntach ornych w terminie 12 godzin od jego aplikacji

Interwencja została zaplanowana na obszar nieco ponad miliona hektarów (1 090 000 ha) rocznie i zrealizowana na obszarze 815 841,51 ha w 2023 roku. Według różnych danych zastosowanie pełnej dawki obornika (30 t/ha) zapewnia reprodukcję materii organicznej na poziomie 1230 kg, czyli ok 690 kg  $C_{org}$  na ha. Kwestia przyorania obornika w tym czy innym terminie nieznacznie wpływa ten wynik, jednakże ten ekoschemat udowadnia, że obornik został zastosowany na tym obszarze.

- I.4.6 Stosowanie nawozów naturalnych płynnych innymi metodami niż rozbryzgowo

Stosowanie gnojowicy i innych naturalnych nawozów płynnych zapewnia reprodukcję próchnicy na poziomie 250 kg na hektar, przy założeniu zastosowania pełnej dawki 30 m<sup>3</sup> na ha. Interwencja ta została zaplanowana na produkt 40 tys. ha, natomiast w 2023 rolnicy wnioskowali o wsparcie ponad 700 tys. ha (742 219,11 ha). Oznacza to że dobre praktyki w stosowaniu nawozów płynnych są stosowane na znacznie większym obszarze niż przypuszczano i znacząco przyczyniają się do zwiększania  $C_{org}$  w glebach w ilości ok 140 kg/rok.

- I.4.7 Uproszczone systemy uprawy

Orka powoduje mineralizację około 150-200 kg próchnicy. Zakładając, że uproszczone systemy uprawy pomagają zapobiegać tym stratom, ich wdrożenie może wpływać na zachowanie 84-112 kg węgla organicznego na hektar na rok. Ekoschemat został zaplanowany na 786 000 ha rocznie, natomiast w 2023 roku objął on obszar 2 688 782,17 ha, potencjalnie wpływając na zachowanie do 301 143,6 ton węgla organicznego.

- I.4.8 Wymieszanie słomy z glebą

Pozostawienie słomy na polu i wymieszanie jej z glebą zapewnia przyrost materii organicznej o ok 100 kg na każdą jej tonę. Zakładając, że przeciętny plon słomy wynosi 5,5 tony, możemy oszacować przyrost materii organicznej na poziomie 550 kg, natomiast samego węgla organicznego na poziomie 320 kg. Jednocześnie należy odjąć 223 kg  $C_{org}$  związane ze stratami wynikającymi z technologii produkcji zbóż. Całkowity bilans węgla organicznego wyniesie w tej sytuacji +97 kg  $C_{org}$  na rok na hektar. Ekoschemat I.4.8 został zaplanowany na produkt 2 621 tys ha i zrealizowany na 2 238 525,67 ha w 2023 roku.

### 3.2.3 Interwencje na rzecz rozwoju obszarów wiejskich

Interwencje związane z rozwojem obszarów wiejskich, w tym zobowiązania z okresu 2014-2020 wychodzą swoimi wymogami poza normy GAEC oraz przewyższają Ekoschematy faktem, że są działaniami wieloletnimi. Bardzo ważnym wymogiem każdego pakietu (oraz interwencji) jest zakaz zaorywania trwałych użytków zielonych w całym gospodarstwie. W zależności od pakietu wymagania w różnym stopniu realizują cel zwiększania zawartości węgla organicznego w glebach. Przykładowo, rolnictwo ekologiczne, wdrażane jest na obszarze 636021,41 ha, co stanowi około 4,5% użytków rolnych (IJHARS 2023). Z zasady realizuje ono ten cel, poprzez podstawowe wymogi dotyczące tego systemu: zróżnicowany płodozmian, stosowanie międzyplonów i nawozów organicznych oraz niestosowanie syntetycznych środków produkcji. Podobnie jak w przypadku rolnictwa konwencjonalnego, bilans materii organicznej będzie zależny głównie od struktury zasiewów. Rośliny okopowe, takie jak burak cukrowy, ziemniak i kukurydza i warzywa, także w rolnictwie ekologicznym powodują straty materii organicznej, ze względu na technologię uprawy. W tym przypadku, rolnictwo ekologiczne charakteryzuje się większym udziałem upraw warzyw i owoców, ale niższym ziemniaka, kukurydzy i buraka cukrowego i rzepaku. W rolnictwie ekologicznym dominują uprawy zbóż i roślin pastewnych. Zakładając, że prowadzone one są zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego, powinny one zapewniać dodatni bilans próchnicy glebowej. Brak jest danych, jaka ilość węgla organicznego jest uzyskiwana dzięki samej konwersji użytków na RE. W ramach badań w projekcie KIK/25 w województwie lubelskim w latach 2012-2016 stwierdzono, że ekologicznych uprawach zbóż  $C_{org}$  w glebie była nieco wyższa (1,2%) niż w uprawach konwencjonalnych (1,1%). Rolnictwo ekologiczne w ramach PS PROW 2023-2027 było realizowane na podobnych zasadach jak w PROW 2014-2020.

Rolnictwo zrównoważone, realizowane w ramach PROW 2014-2020 jest działaniem, które będzie kontynuowane jeszcze do końca 2026 roku, ze względu na zobowiązania zaciągnięte w 2022 roku. Wymogi pakietu 1 zapewniają zapobieganie utracie materii organicznej oraz w niektórych warunkach jest dodatni bilans. Ocena skali i skuteczności tej interwencji jest trudna ze względu na jej liczne wymogi, które jednocześnie wpływają na realizację omawianego celu. Pakiet 1 nie będzie kontynuowany w PS PROW 2023-2027, a jego funkcje przejmą jednoroczne zobowiązania – ekoschematy.

Ochrona cennych siedlisk na obszarach Natura2000 oraz poza nimi zapewnia większe wsparcie rolnikom gospodarującym na trwałych użytkach zielonych, ale tylko tych o szczególnej wartości przyrodniczej. Proporcjonalnie większe dopłaty niż w przypadku innych interwencji na TUZ zwiększa prawdopodobieństwo ich zachowania. Na glebach mineralnych łąki i pastwiska zwiększają ilość węgla organicznego o kilkaset kilogramów rocznie w przeliczeniu na hektar. Według niektórych opracowań



jest to nawet 900 kg  $C_{org}$ /ha/rok, jednakże, w warunkach polskich wartość ta jest znacznie mniejsza. Szacunek ten może się też odnosić do gruntów ornych konwertowanych na TUZ. W tym przypadku reprodukcja materii organicznej jest szczególnie intensywna w pierwszych latach, później się stabilizuje. Nie mniej ochrona użytków zielonych powinna być realizowana i wspierana finansowo, gdyż przeciętnie gromadzą one prawie dwukrotnie więcej węgla organicznego niż grunty orne użytkowane na tym samym typie gleb. Według danych ARIMR w 2023 roku nieco ponad 151,6 tys. ha trwałych użytków zielonych zostało objętych ochroną cennych siedlisk, co stanowiło 6% TUZ w kraju. Największe obszary zajmowały półnaturalne łąki świeże poza obszarami Natura2000 (47,4 tys. ha) i na obszarach Natura2000 (22,8 tys. ha). Znaczne obszary (20,6 tys. ha) zajmowały także obszary ochrony rzadkich gatunków ptaków w Natura2000 i półnaturalne łąki wilgotne poza Natura2000 (19,3 tys. ha). Nie wszystkie interwencje związane z rozwojem obszarów wiejskich można przypisać do tego celu. Przykładowo, warianty związane z ochroną wodniczki i siedlisk torfowych, intuicyjnie nie są realizowane na glebach mineralnych. Duże prawdopodobieństwo jest także że warianty związane z ochroną siedlisk wilgotnych, zmiennowilgotnych, zalewowych oraz niektórych siedlisk ptaków także są realizowane na glebach organicznych, a nie mineralnych. Innym przypadkiem są interwencje potencjalnie skuteczne, ale implementowane na stosunkowo niewielkich obszarach: ekstensywne użytkowanie łąk i pastwisk na obszarach Natura 2000 (3 839,1 ha), zachowanie sadów tradycyjnych odmian drzew owocowych (148 ha), oraz premie z tytułu zalesień. Poniżej wymieniono interwencje PS PROW które wpływają na realizację celu zwiększania zasobów węgla organicznego gleb mineralnych:

- I 8.1. - Ochrona cennych siedlisk i zagrożonych gatunków na obszarach Natura 2000
- I.8.1.1 Wariant 1.1. Zmiennowilgotne łąki trzęślicowe (8.1.1)
- I.8.1.2 Wariant 1.2. Zalewowe łąki selernicowe i słonorośla (8.1.2)
- I.8.1.3 Wariant 1.3 Murawy (8.1.3)
- I.8.1.4 Wariant 1.4. Półnaturalne łąki wilgotne (8.1.4)
- I.8.1.8 Wariant 1.7. Ochrona siedlisk łągowych rzadkich gatunków ptaków siewkowych – rycyk, kszyk, krwawodziób, czajka (8.1.8)
- I.8.1.9 Wariant 1.8. Ochrona siedlisk łągowych dubelta i kulika wielkiego (8.1.9)
- I.8.1.11 Wariant 1.10. Ochrona siedlisk łągowych derkacza (8.1.11)
- Bioróżnorodność na gruntach ornych
- Zobowiązania zalesieniowe z PROW 2004-2006, PROW 2007-2013, PROW 2014-2020
- I 8.10. - Zobowiązania zalesieniowe z PROW 2004-2006, PROW 2007-2013, PROW 2014-2020
- I 8.11. - Rolnictwo ekologiczne
- I 8.2. - Ochrona cennych siedlisk i zagrożonych gatunków poza obszarami Natura2000
- I.8.2.1 - Zmiennowilgotne łąki trzęślicowe
- I.8.2.11 - Ochrona siedlisk łągowych derkacza
- I.8.2.2 Zalewowe łąki selernicowe
- I.8.2.3 - Murawy 8\_2\_4 - Półnaturalne łąki wilgotne
- I.8.2.5 - Półnaturalne łąki świeże
- 8.2.8 - Ochrona siedlisk łągowych rzadkich gatunków ptaków siewkowych (rycyk, kszyk, krwawodziób, czajka)
- I.8.2.9 - Ochrona siedlisk łągowych: dubelta i kulika wielkiego
- I 8.3. - Ekstensywne użytkowanie łąk i pastwisk na obszarach Natura 2000
- I 8.4. - Zachowanie sadów tradycyjnych odmian drzew owocowych
- I 8.8 - Premie z tytułu zalesień i zadrzewień oraz systemów rolno-leśnych

- I.8.9.1. - Zobowiązania rolno-środowiskowo-klimatyczne wdrażane w ramach Działania rolno-środowiskowo-klimatycznego PROW 2014-2020. Pakiet 4. Cenne siedliska i zagrożone gatunki ptaków na obszarach Natura 2000
- I.8.9.2. - Zobowiązania rolno-środowiskowo-klimatyczne wdrażane w ramach Działania rolno-środowiskowo-klimatycznego Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 – 2020 (PROW 2014-2020). Pakiet 5. Cenne siedliska poza obszarami Natura 2000
- I.8.9.3. - Zobowiązania rolno-środowiskowo-klimatyczne wdrażane w ramach Działania rolno-środowiskowo-klimatycznego Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 – 2020 (PROW 2014-2020). Pakiet 1. Rolnictwo zrównoważone

#### 3.2.4 Inwestycje

Wybrane interwencje w ramach kategorii „inwestycje” przyczynia się do realizacji celu wykazania trendu wzrostowego węgla organicznego w glebach mineralnych. W tym przypadku wskazano interwencje wiążące się z zalesianiem gruntów ornych. W wyniku zalesienia gruntu ornego możemy liczyć na zwiększanie zasobów węgla organicznego o 560-840 kg rocznie na hektar. Problemem może być fakt niskiej popularności inwestycji związanych z zalesieniami. Zalesienia gruntów ornych były realizowane w 2023 roku tylko na obszarze 158,6 ha, zadrzewiania śródpolne na powierzchni 31,2 ha a systemy rolno-leśna na 187,7 ha. W świetle tych danych, inwestycje mają marginalne znaczenie w początkowej fazie ich realizacji. Wspomniane interwencje wymieniono poniżej:

- I.10.11 Zalesianie gruntów rolnych
- I.10.12 Tworzenie zadrzewienia śródpolnych
- I.10.13 Zakładanie systemów rolno-leśnych

#### 3.2.5 Wsparcie dochodów związane z wielkością produkcji

Niektóre interwencje w ramach wsparcia dochodów mogą pomagać w osiągnięciu trendu wzrostowego dla węgla organicznego gleb użytków rolnych. Wśród nich wyróżniono interwencje związane ze wsparciem dochodów dla upraw takich jak truskawki, rośliny pastewne, strączkowe na ziarno i konopie włókniste, uprawa których charakteryzuje się dodatnim bilansem próchnicy glebowej. Łączny produkt tych interwencji został zaplanowany na obszar 538155 ha, nie ma natomiast informacji o skali jego wdrożenia. Pozytywny wpływ na osiągnięcie celu mają także interwencje wspierające produkcje zwierzęcą. Wsparcie produkcji młodego bydła, zaplanowane na 2 426 488 szt., w przybliżeniu odpowiadałoby 1213244 DJP, zapewniając 12132440 ton obornika rocznie, który można by zastosować na 404414,7 ha, zwiększając  $C_{org}$  o ok. 690 kg na ha. Podobnie wsparcie produkcji owiec zapewniłoby obornik na potrzeby 7678,6 ha. Wymienione interwencje oraz ich zakładany produkt wymieniono poniżej.

- I 5.10 - Wsparcie dochodów związane z produkcją do truskawek (38 618 ha)
- I 5.12 - Wsparcie dochodów związane z produkcją do roślin pastewnych (171 210 ha)
- I 5.13. - Wsparcie dochodów związane z produkcją do roślin strączkowych na ziarno (324 970 ha)
- I 5.2. - Wsparcie dochodów związane z produkcją do młodego bydła (2 426 488 szt.)
- I 5.3. - Wsparcie dochodów związane z produkcją do owiec (192 539 szt.)
- I 5.4. - Wsparcie dochodów związane z produkcją do kóz (25 212 szt.)
- I 5.8. - Wsparcie dochodów związane z produkcją do konopi włóknistych (3 357 ha).

#### 3.2.6 Praktyki rolnicze nie objęte WPR

- Permakultura

Permakultura jest gałęzią inżynierii ekologicznej, integrującą samowystarczalne społeczności oraz systemy rolnicze wzorowane na ekosystemach naturalnych. Wśród założeń tego systemu jest dbałość o glebę i gromadzenie substancji organicznej poprzez ściółkowanie, stosowanie nawozów naturalnych i staranny dobór upraw. Permakultura jako system praktykowany przeważnie w małej skali (0,1-0,5 ha) charakteryzuje się dużą koncentracją dobrych praktyk ogrodniczych, pozytywnie wpływających na stan gleby i bioróżnorodność. Brak jest danych o skali wdrożenia permakultury w kraju, jednakże różnego rodzaju fora internetowe skupiają grupę ponad 20 tys. członków co może przekładać się na obszar od 2 do 10 tys. ha rozproszonych użytków, funkcjonujących poza wsparciem Wspólnej Polityki Rolnej.

- Rolnictwo regeneratywne

Rolnictwo regeneratywne jest holistycznym podejściem do gospodarowania rolniczego, dążącym do zwiększenia zawartości węgla organicznego w glebach, poprawy życia biologicznego oraz zwiększenia zasobności i produktywności różnych systemów rolniczych. W założeniu, jest to nurt bardzo zbliżony do rolnictwa węglowego, jednakże obejmujący znacznie szerszy aspekt. Rolnictwo regeneratywne wykosztuje praktyczne aspekty rolnictwa zrównoważonego, permakultury, agroleśnictwa i rolnictwa mieszanego (produkcji roślinnej i zwierzęcej) oraz rolnictwa ekologicznego. W dużym stopniu dążone jest do ograniczenia zabiegów uprawowych, w celu kumulacji materii organicznej w wierzchniej warstwie gleby. Jednocześnie, powierzchniowo stosowane są duże ilości kompostu lub innych nawozów organicznych, alternatywnie prowadzony jest wypas lub ściółkowanie. Preferowane są uprawy roślin wieloletnich. Ten system produkcji rolniczej jest bardzo zróżnicowany i może opierać się na jednej lub dwóch praktykach na dużym obszarze, lub wielu praktykach na bardzo małej powierzchni. Brak jest danych na jakim obszarze w Polsce jest praktykowany.

- Biowęgiel

Zastosowanie biowęgla w rolnictwie jest jedną z najbardziej obiecujących praktyk zwiększających zawartość węgla organicznego gleb mineralnych. Biowęgiel jest produktem termicznej konwersji biomasy powstającym w procesie pirolizy w zakładach produkujących energię i ciepło. W przeciwieństwie do całkowitego spalania biomasy, w procesie pirolizy zamiast popiołu powstaje produkt bogaty w węgiel (pow. 80%), który może być dopuszczony do zastosowania rolniczego, w celu poprawy jakości gleb. Piroliza pozwala na zachowanie 50% węgla zawartego w biomasie, więcej niż w przypadku każdego innego procesu. Co więcej, węgiel organiczny w postaci biowęgla jest substancją bardzo trwałą, pozostając w glebie na setki i tysiące lat. Przykładowo, uzyskując z 1 ha 5,5 ton słomy, przez jej zmieszanie z glebą uzyskamy około 320 kg węgla organicznego, który w ciągu kilku lat ulegnie całkowitej biodegradacji. Jeżeli natomiast słoma zostanie przetworzona na biowęgiel, który zostanie zastosowany na tym samym polu, uzyskamy ok 2200 kg węgla organicznego, który trwale pozostanie w glebie. Dodatkowo w procesie pirolizy zostanie wytworzona energia cieplna odpowiadająca spalaniu 1,3 tony węgla kamiennego. Biowęgiel może być wytwarzany ze wszystkich materiałów biologicznych, jednakże najefektywniejsze jest wykurzanie biomasy leśnej i rolniczej, tak jak w elektrociepłowniach na biomasę.

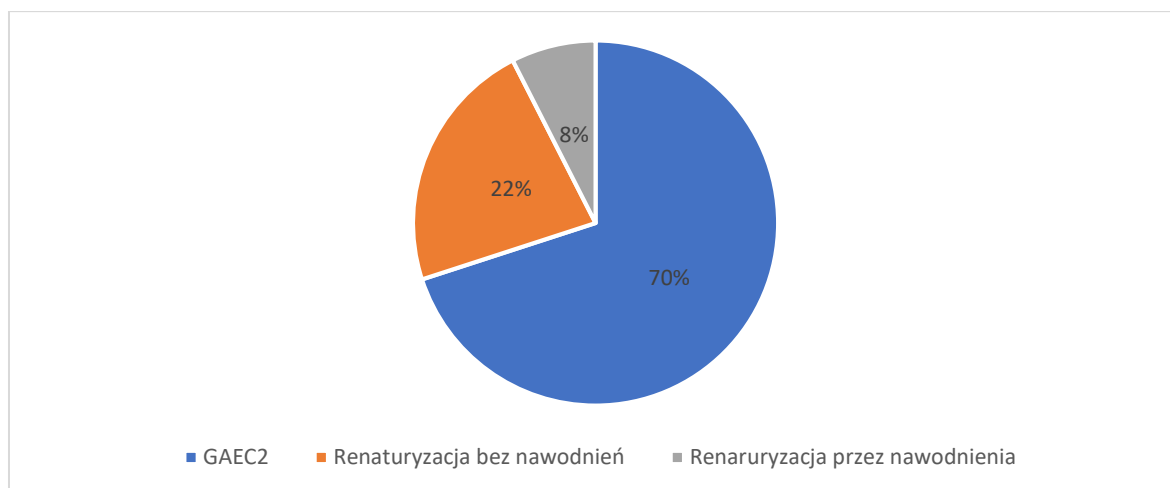
- Kompostowanie

Kompostowanie biomasy jest praktyką pozwalającą na zachowanie większej ilości węgla organicznego niż w przypadku pozostawiania jej na polu. W pryzmie kompostowej powyżej objętości 1m<sup>3</sup> zachodzą procesy termiczne, pozwalające na powstanie trwałych form węgla organicznego. W warunkach rolniczych najczęściej kompostowanie jest przeprowadzane w pryzmach. Najczęściej kompostowanym substratem jest obornik, rzadziej jest to skoszona trawa lub resztki poźniwne. Pryzma wymaga napowietrzenia za pomocą aeratora lub przewracania za pomocą wysięgników

hydraulicznych. W warunkach niskich opadów konieczne jest dostarczanie wody, natomiast w warunkach dużych opadów konieczne jest zabezpieczenie przemy przed odciekiem.

#### 4. Podsumowanie

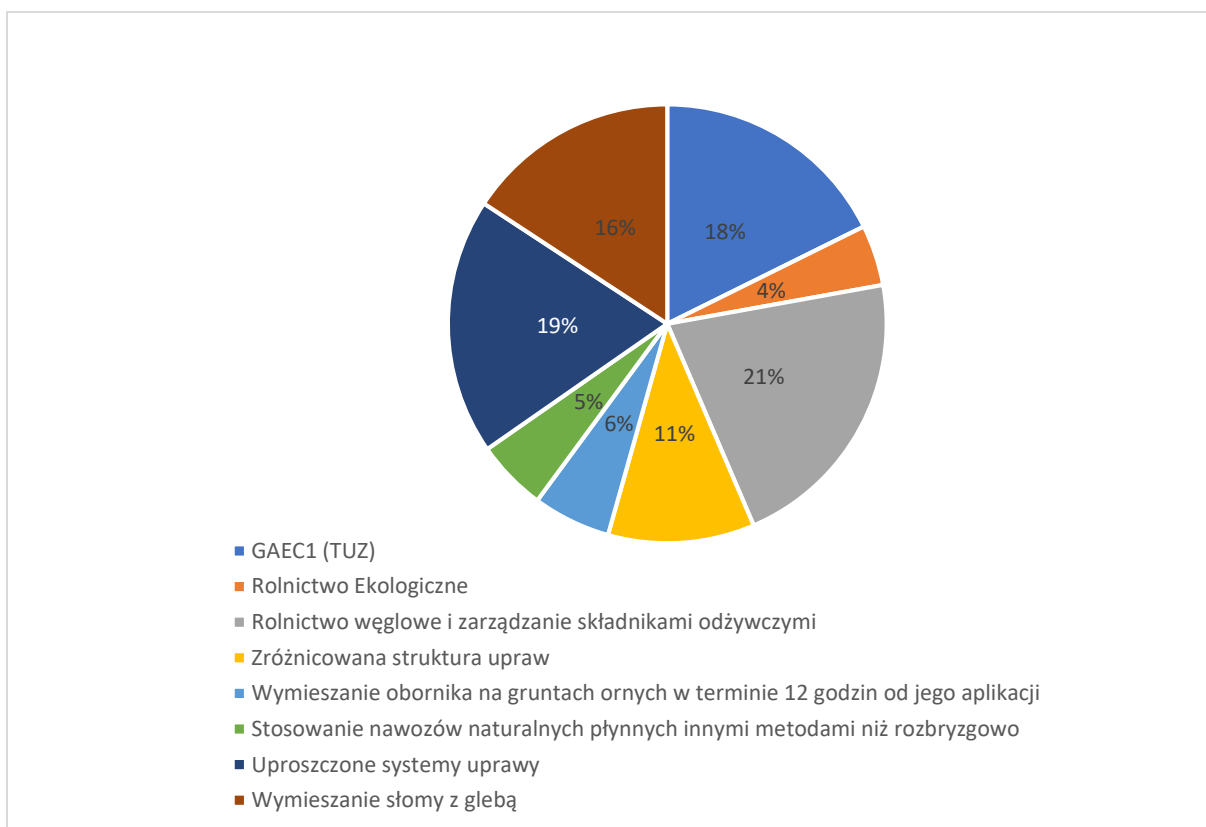
Zawartość węgla organicznego w glebach Polski, zarówno organicznych jak i mineralnych charakteryzuje się trendem spadkowym, tak jak na całym świecie. W dużym stopniu, zapobiegają temu normy GAEC. W przypadku gleb organicznych, zwłaszcza torfowych, melioracje wykonane w latach 70-tych mogły doprowadzić do całkowitego zmineralizowani materii organicznej, w stopniu nieodwracalnym. W związku z tym, należy ostrożnie podchodzić do wyznaczania obszarów objętych normą GAEC2 oraz NRL, zwracając uwagę na gleby najlepiej zachowane i na istniejące uwarunkowania (ukształtowanie terenu, dostępność wody) zapewniające możliwość odnowienia naturalnych właściwości ekosystemu. Uwzględniając maksymalne podejście do ochrony i odbudowy gleb organicznych w kraju, 70% obszarów gleb organicznych (torfowych i torfowo mułowych) powinno być objęte normą GAEC2, ok. 22% procesem odbudowy ekosystemów i 8% renaturyzacją poprzez ponowne nawodnienie (rys. 5).



Rys. 5. Planowane działania ochronne dotyczące gleb organicznych w kontekście normy GAEC2 i NRL do 2030 roku.

W przypadku gleb mineralnych, szacunkowo połowa naturalnej zawartości węgla organicznego została utracona w wyniku gospodarowania rolniczego, zwłaszcza na gruntach ornych. Niemal całość użytków rolnych została objęta normami GAEC, które w dużym stopniu ograniczają proces utraty węgla organicznego. Znaczne obszary zostały także objęte Ekoschematami i Interwencjami PS PROW, zapewniającymi dodatni bilans  $C_{org}$  w glebach mineralnych. Oszacowano, że blisko 18% UR zostało objętych normą GAEC1, zapobiegającą przekształceniom użytków zielonych na grunty orne. Ponad 4,5% UR stanowią uprawy ekologiczne. Na 21% UR jest praktykowane rolnictwo węglowe. Zróżnicowana struktura upraw została wprowadzona na 11% UR, na tym samym obszarze zadeklarowano wykorzystanie obornika i organicznych nawozów płynnych. Uproszczone systemy uprawy zostały wsparte na 19% obszarów użytków rolnych. Na 16% UR zadeklarowano wymieszanie słomy z glebą w celu poprawy bilansu materii organicznej. Obliczono, że wszystkie wymienione interwencje łącznie objęłyby 100% UR objętych dopłatami. W związku z szerokim wdrożeniem norm GAEC, ekoschematów i interwencji PS PROW, w ocenie IUNG-PIB, cel obserwacji trendu wzrostowego węgla organicznego w glebach mineralnych jest obecnie realizowany. Należy jednak podkreślić, że osiągnięcie wyraźnego wzrostu zawartości węgla organicznego w glebach może trwać dziesięciolecia, a zaprzestanie praktyk rolniczych sprzyjających akumulacji tego pierwiastka spowoduje jego szybką

utrata. Jak wskazują badania naukowe z tego zakresu każda gleba ma określone maksimum gromadzenia  $C_{org}$ , uwarunkowane zawartością iłu koloidalnego, frakcji drobnego pyłu, kwasowością gleb oraz przebiegiem warunków pogodowych i aktywnością biologiczną, które nie zależą od działalności rolniczej.



Rys. 6. Udział głównych norm, ekoschematów i interwencji PS PROW w realizacji celu zwiększania zawartości węgla organicznego w glebach mineralnych.

## 5. Literatura

1. Kuś, J. (2015). Glebowa materia organiczna–znaczenie, zawartość i bilansowanie [Soil organic matter–The importance, content and balancing]. *Studia i Raporty IUNG–PIB*, 45(19), 27-53.
2. Jones, R. J., Hiederer, R., Rusco, E., & Montanarella, L. (2005). Estimating organic carbon in the soils of Europe for policy support. *European Journal of Soil Science*, 56(5), 655-671.
3. Kuśmierz, S., Skowrońska, M., Tkaczyk, P., Lipiński, W., & Mielniczuk, J. (2023). Soil organic carbon and mineral nitrogen contents in soils as affected by their pH, texture and fertilization. *Agronomy*, 13(1), 267.
4. Boutier, A., Brunner, T., Coblinski, J.A., Escuer Gatius, J., Fahy, A., Foldal, C.B., Gaillot, A., Haas, E., Lemerrier, B., Borůvka, L., Kauer, K., Kitzler, B., Kraus, D., Kukk, L., Michot, D., Montagne, D., Musil, A., Pindral, S., Putku, E., Schmaltz, E., O’Sullivan, L., Weninger, W., Walter, C., 2024. D. 3.4. Evaluation of soil threats and ecosystem service evolution under climate, land use or management changes. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13945384>

## 6. Źródła danych

1. Projekt EJP SOIL SERENA: Stocktaking for Agricultural Soil Quality and Ecosystem Services Indicators and their Reference Values
2. Projekt EJP SOIL i-SoMPE: Innovative Soil Management Practices across Europe and their ability for (i) enhancing ecosystem services, (ii) minimising soil threats and (iii) sustaining agriculture in a climate change context.
3. Dotacja Celowa 2024: Zadanie 5. Ewaluacja PROW 2014-2020, PS WPR i wsparcie analityczne z zakresu Wspólnej Polityki Rolnej
4. Program Wieloletni IUNG-PIB na lata 2016-2020. Zadanie 1.3 Monitoring różnych parametrów środowiska glebowego dla właściwej oceny WPR

Jednostka organizacyjna IUNG-PIB: Zakład Agroekologii i Ekonomiki  
Osoba do kontaktu: dr Paweł Radzikowski  
Telefon: 814 786 820  
Adres e-mail: [pradzikowski@iung.pulawy.pl](mailto:pradzikowski@iung.pulawy.pl)