

Znaczenie gleby w działaniach na rzecz ograniczenia zmian klimatycznych

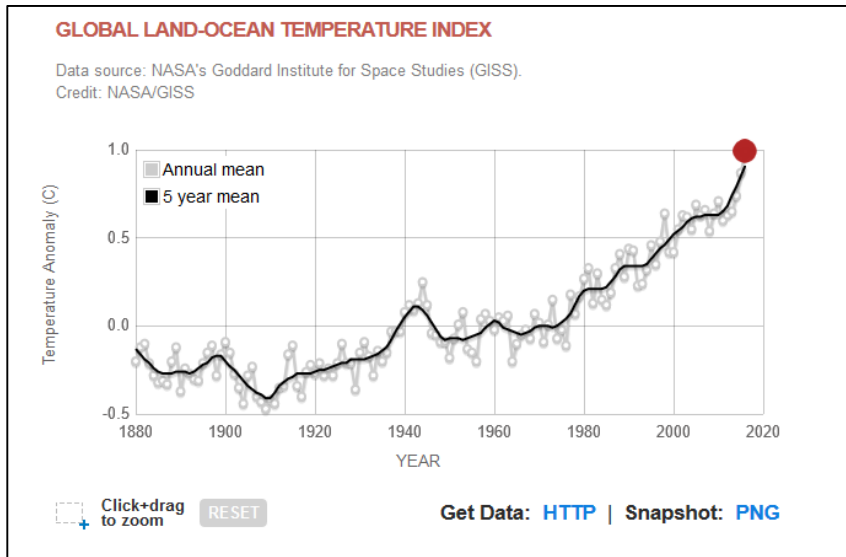


dr inż. Jan Jadczyszyn, dr inż. Tamara Jadczyszyn



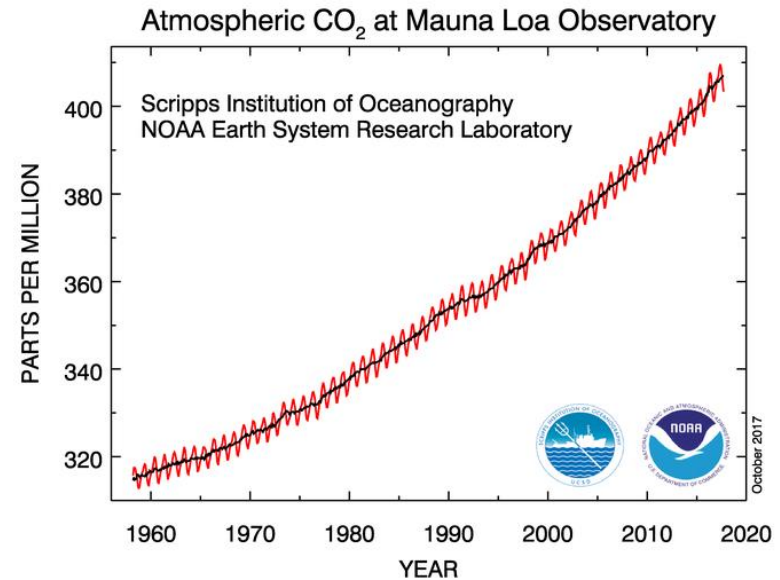
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Indeks temperatury atmosfery nad oceanami i lądami



źródło: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

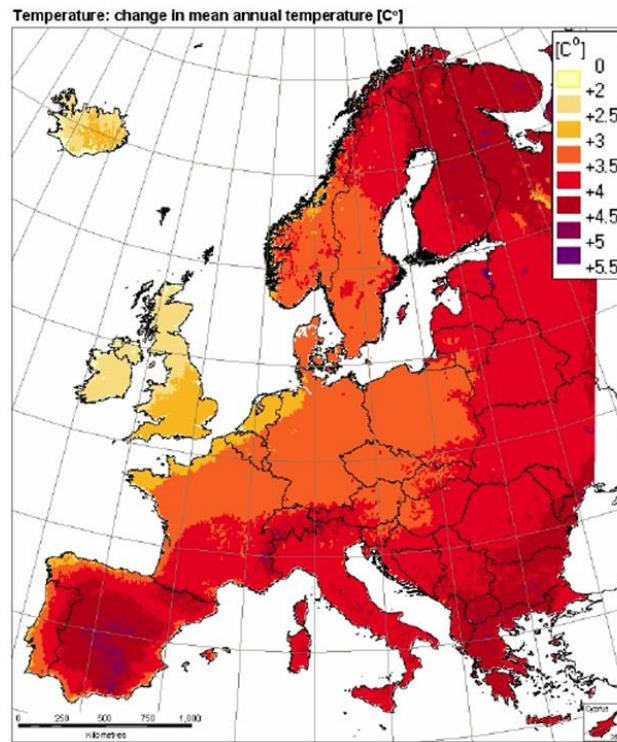
Zawartość CO₂ w atmosferze (Mauna Loa, Hawaje)



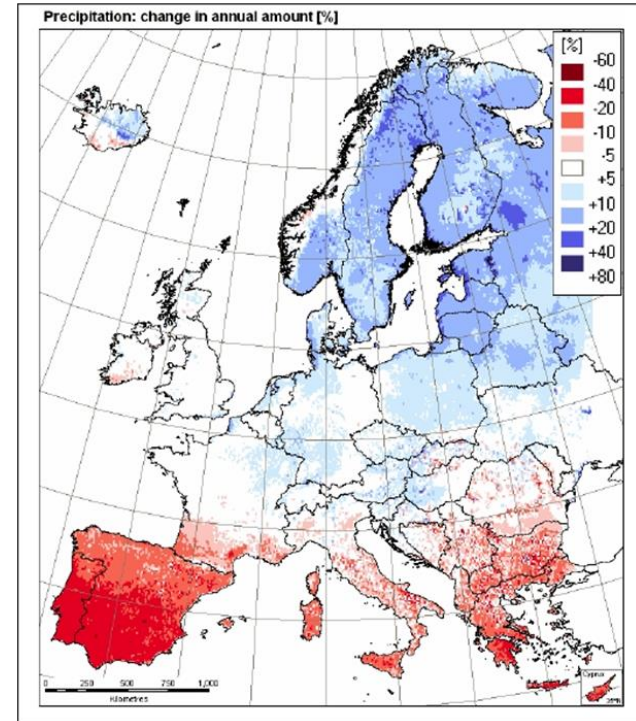
źródło: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html>

Prognozy zmiany klimatu dla Europy

2071-2100 w stosunku do średniej 1961-1990



Temperatura powietrza



Suma roczna opadu

Źródło: PESETA 2009

Definicja gleby

- Gleba – jest to **ożywiona** (aktywna biologicznie) powierzchniowa warstwa skorupy ziemskiej, zdolna do produkcji biomasy
- Powstaje w wyniku **długotrwałych procesów glebotwórczych**, polegających na fizycznym, chemicznym i biologicznym przekształceniu skały macierzystej (zasób odnawialny?)

Czynniki glebotwórcze:

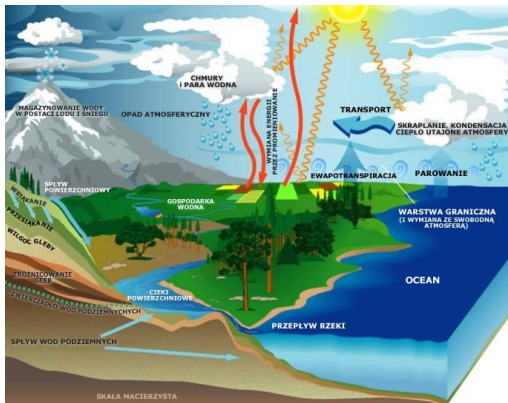
- skała macierzysta
- klimat
- woda
- organizmy żywe
- rzeźba terenu
- działalność człowieka
- czas (wiek gleby)



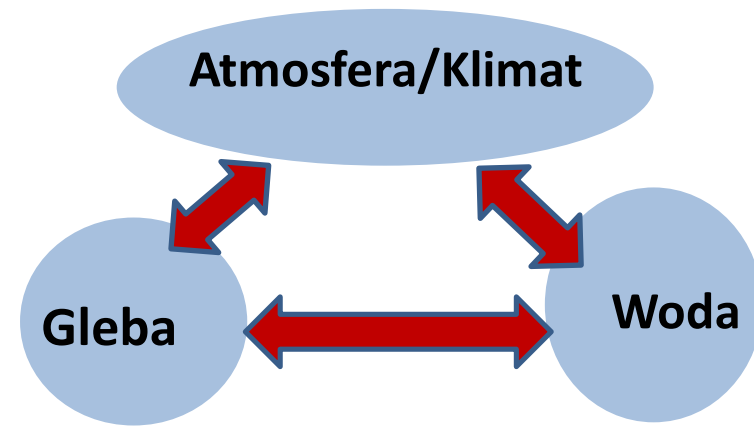
Funkcje gleby w środowisku

- **Produkcyjna/gospodarcza**
 - gleba zaopatruje rośliny w wodę i składniki pokarmowe oraz stanowi podłoże do ich rozwoju
- **Środowiskowa**
 - gleba jako element ukształtowany w określonych warunkach przyrodniczych
 - gleba jako czynnik współkształtujący to środowisko i oddziałujący na klimat, zachodzi wzajemne oddziaływanie: gleba – woda – powietrze
 - gleba stymuluje bioróżnorodność, retencję wodną, pełni funkcję buforową przed przemieszczaniem zanieczyszczeń

Gleba łączy klimat z systemem biogeochemicznym ziemi (Yaalon 1996)



źródło: www.elmuzyka.edu.pl



Dlaczego gleba wpływa na klimat:

- Gleba jest olbrzymim rezerwuarem substancji organicznej/węgla organicznego $C_{org.}$, który ulega ciągłym przemianom: sekwestracji /humifikacji/ oraz mineralizacji i emisji do atmosfery CO_2 i innych gazów cieplarnianych /metan CH_4 , podtlenek azotu N_2O /. Produkty przemiany węgla stymulują zmiany klimatu.
- Sekwestracja węgla atmosferycznego w postaci materii organicznej w glebie ogranicza zmiany klimatu.
- Gleba jest olbrzymim rezerwuarem wody w środowisku oraz bierze udział w obiegu wody i składników mineralnych, a stosunki wodne stymulują sekwestrację i mineralizację substancji organicznej w glebie i obieg składników mineralnych w środowisku.

Szacowane zasoby węgla w glebach Polski

Grunty orne:

Zawartość próchnicy 2%, warstwa gleby 0-30 cm, gęstość – 1,6 g/cm³

Masa próchnicy – 96 t/ha = 56 t/ha węgla i 5,6 t/ha N.

11 mln ha GO x 56 t/ha = 616 mln ton węgla

Wzrost zawart. próchnicy o 0,01% - absorpcja 6,2 mln t C = 22,7 mln t CO₂.

Trwałe użytki zielone na glebach mineralnych :

Zaw. próchnicy ok. 3,5% = masa 160 t/ha = 93 t/ha węgla i 9,3 t/ha N.

3 mln ha TUZ x 93 t/ha = 279 mln ton węgla

Przekształcenie TUZ na użytki orne = emisja 37 t/ha węgla (135 t/ha CO₂)

źródło: Kuś J.

Szacowane zasoby węgla w glebach organicznych

Gleby Polski:

Zawartość materii organicznej 80%, gęstość gleby – 0,25 g/cm³, warstwa gleby 0-30 cm:

Zawartość materii organicznej = 600 t/ha = **349 t/ha węgla**

0,8 mln ha TUZ na glebach organicznych = **279 mln ton węgla (tylko w warstwie 0-30 cm)**

źródło: Kuś J.

Gleby świata

Gleby torfowe nie użytkowane oraz znajdujące się w użytkowaniu rolnym i leśnym, to siedliska najbardziej zasobne w węgiel zajmują około 2,5-3% powierzchni lądów na kuli ziemskiej i gromadzą około 25-30% zasobów C, co stanowi około 500-615 Gt. Odpowiada to szacunkowo 60%-75% zasobów węgla w atmosferze i dwukrotności zasobów węgla zgromadzonych przez lasy

źródło: Smreczak i in. 2020

Najważniejsze czynniki wpływające na degradację gleby i zmiany klimatyczne to osuszenie i ubytek materii organicznej

Odwodnienie gleb torfowych inicjuje proces murszenia, który prowadzi do:

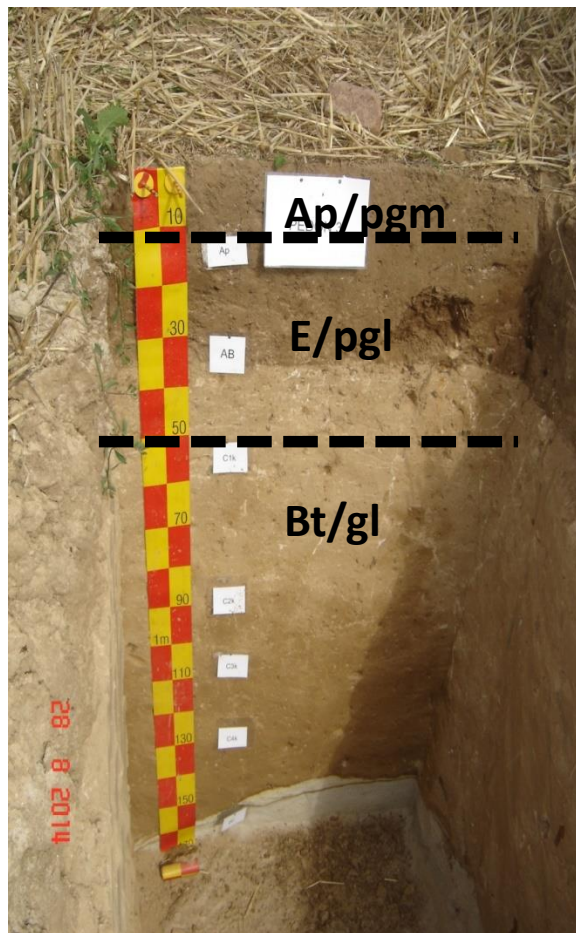
- trwałych zmian/degradacji w strukturze gleby, mineralizacji materii organicznej, uwolnienia do atmosfery azotu i tzw. gazów cieplarnianych /CO₂, metanu CH₄, podtlenku azotu N₂O/ oraz wymywania /ługowania składników mineralnych/, zmniejszenia retencji wody
- zmiany składu gatunkowego roślin (fitocenoz), ograniczenia bioróżnorodności

Proces murszenia prowadzi do przekształcenia rolniczo użytkowanych gleb torfowych na gleby mineralne wg następującego schematu:

gleby torfowe → gleby torfowo-murszowe → mineralno-murszowe → murszowate
→ murszaste → mineralne

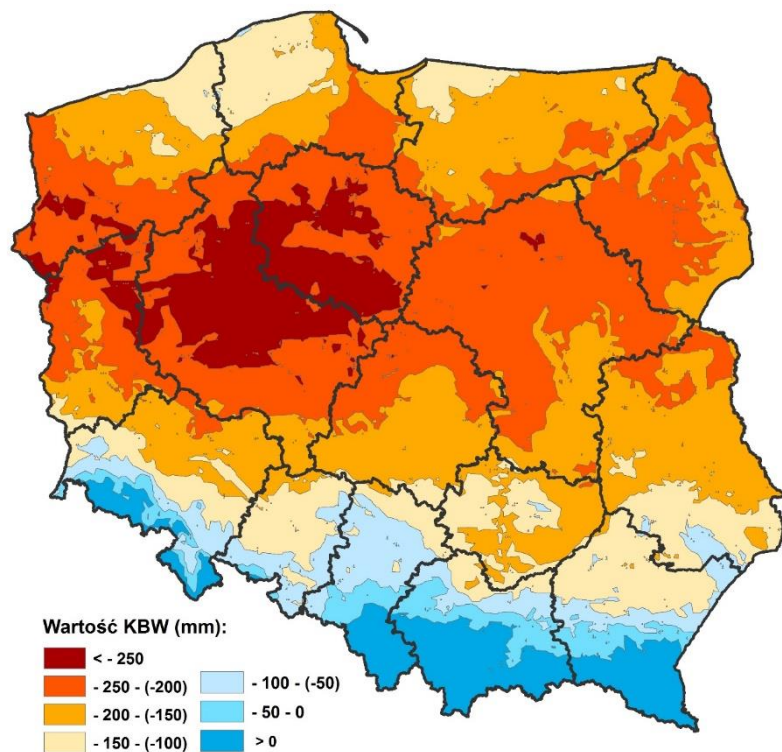
źródło: Piaścik, Gotkiewicz

Zawartość materii organicznej w glebie mineralnej, murszowo-mineralnej i torfowej



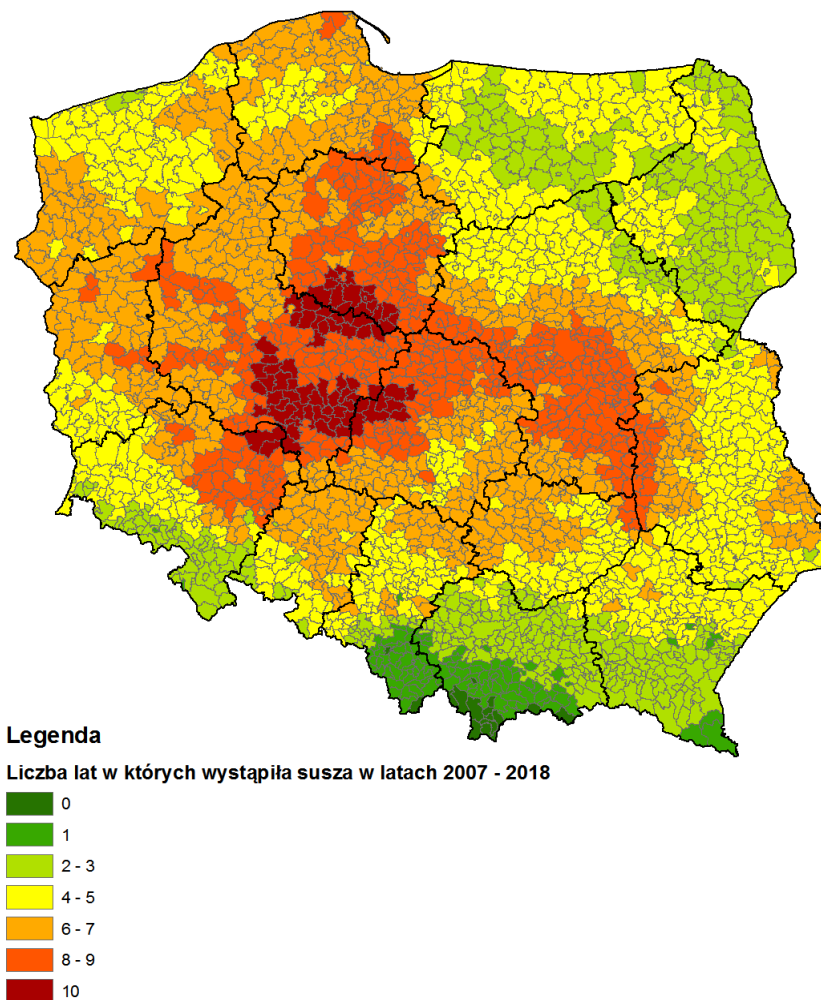
Niekorzystne warunki glebowo klimatyczne

Klimatyczny bilans wodny od kwietnia do września



(Źródło: Górski, Kozyra)

Liczba lat z suszą rolniczą w latach 2007-2018

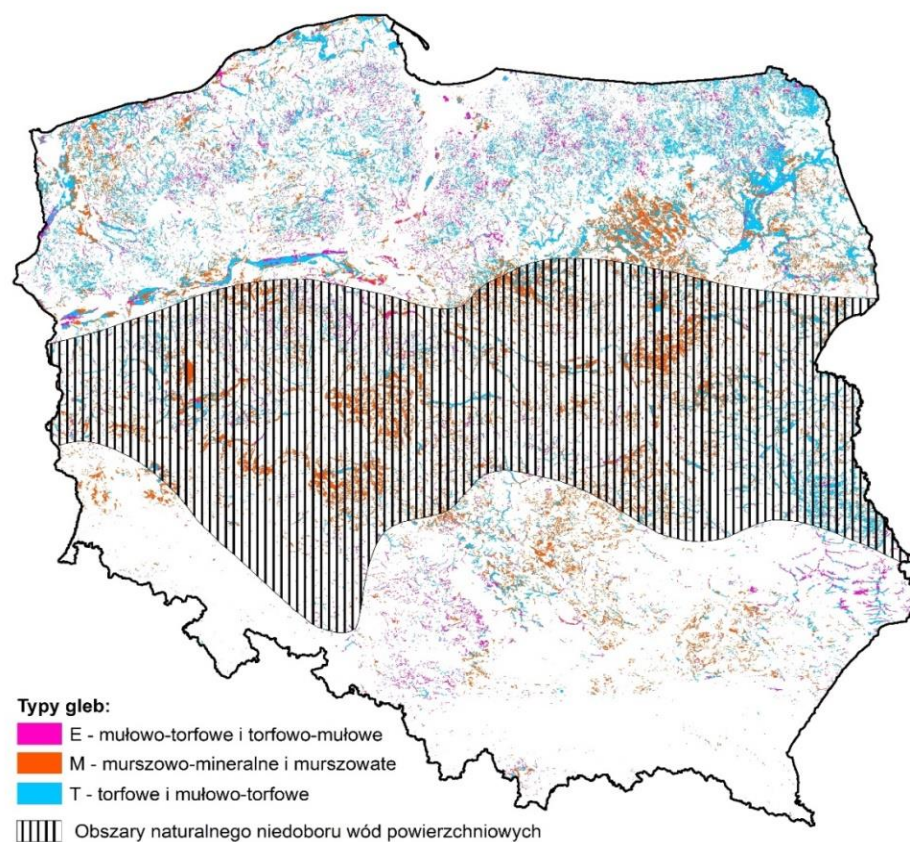


(Źródło: Koza i in., 2019)

Obszary naturalnego niedoboru wód (Kleczkowski)



Gleby organiczne i pochodzenia organicznego (Źródło: IUNG-PIB, Mapa glebowo-rolnicza w skali 1:25 000, opracowanie Jadczyszyn)



Konsekwencje środowiskowe odwodnienia i degradacji gleb organicznych

W warunkach Polski powierzchnia odwodnionych i użytkowanych gleb torfowych obniża się przeciętnie o **10 mm rocznie**, a straty materii organicznej w ciągu roku kształtują się w granicach **7-15 t/ha** (Piaścik, Gotkiewicz)

Badania gleb organicznych z wykorzystaniem mapy glebowo-rolniczej i profili wzorcowych wykazały zmniejszenie miąższości warstw bogatych w węgiel organiczny na wybranych obiektach pilotażowych w kraju nawet o **kilkunaście milimetrów** w skali roku. (Smreczak i in.)

Największe straty w wysokości **19 mm/rok** odnotowano w obiekcie położonym w pasie Niżu Polskiego, co daje ubytek materii organicznej w wysokości **13-28 t/ha/rok**

źródło: Piaścik, Gotkiewicz

Konsekwencje środowiskowe odwodnienia i degradacji gleb organicznych cd.

Odwodnione gleby torfowe trwałych użytków zielonych (TUZ) przekształcone w wyniku procesów murszenia na gleby mineralno-murszowe, murszowate zostają następnie transformowane na grunty orne (GO)

Podobny proces przekształcenia TUZ często spotykany jest na odwodnionych glebach mineralnych semihydrogenicznych, typu „czarne ziemie”

Zmiana sposobu użytkowania gruntów i płużne użytkowanie znacznie przyspiesza proces mineralizacji próchnicy i ogranicza ich możliwości retencyjne, zwiększa również podatność na erozję eoliczną.

źródło: Piaścik, Gotkiewicz

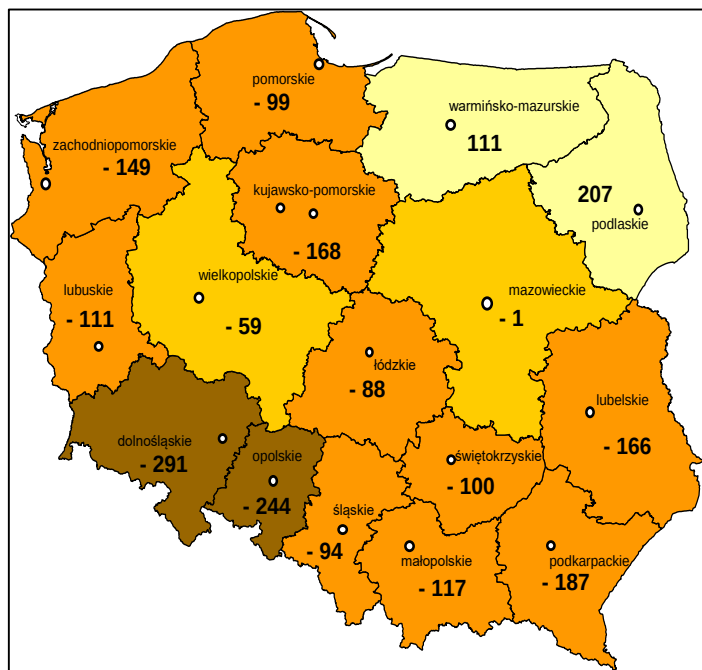
Ograniczenie degradacji gleb organicznych – czy jest możliwe ?

Jest możliwe, ale trudne w obecnych warunkach klimatycznych

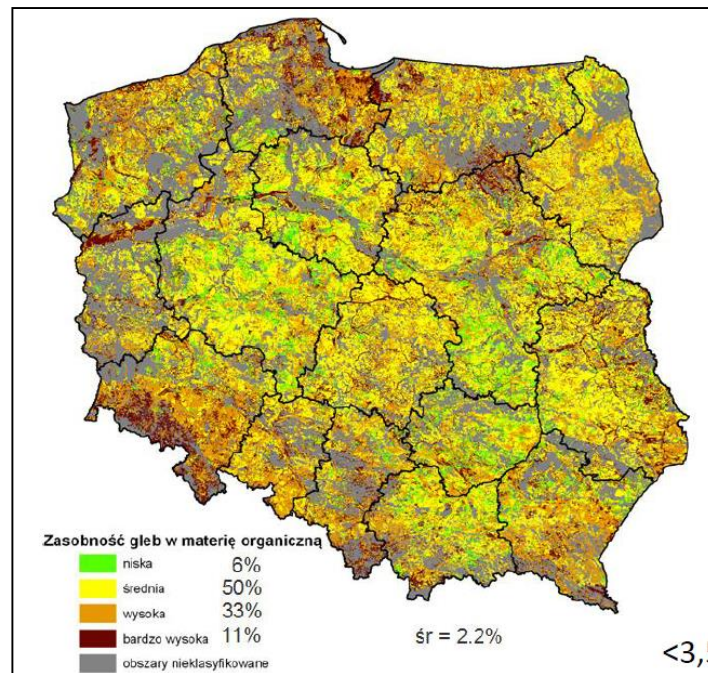
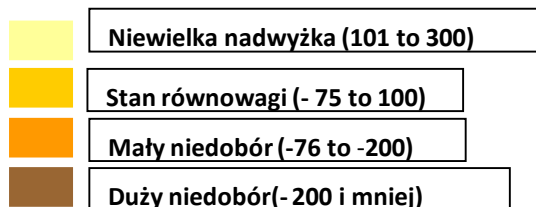
Jakie działania podejmować ograniczyć procesy murszowe:

- dążyć do systematycznego podwyższenia poziomu wód gruntowych, stosując melioracje wodne w systemie nawadniająco-odwadniającym
- dążyć do odtworzenia odwodnionych przez człowieka naturalnych siedlisk mokradłowych
- ograniczyć/całkowicie zahamować proces przekształcania gleb pochodzenia organicznego trwałych użytków zielonych na grunty orne.

Bilans materii organicznej i zawartość w glebach mineralnych



kg/rok·ha⁻¹ gruntów rolnych (2015)

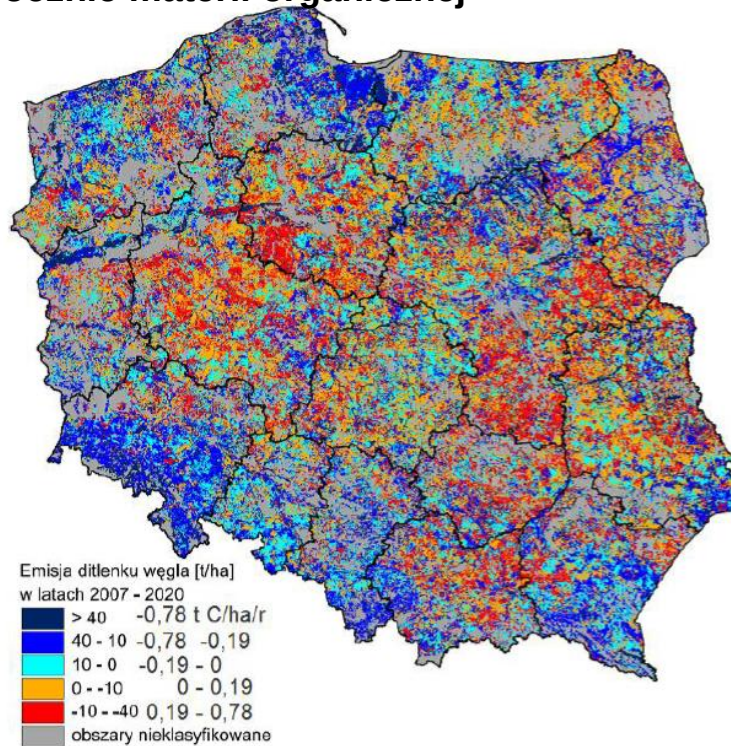


źródło: Stuczyński i in., 2007

Dla zrównoważenia bilansu materii organicznej w glebie istnieje potrzeba przyorania 1 tony słomy na ha

Emisja CO₂ z gleb mineralnych Polski

Straty węgla z gleb wynoszą średnio w kraju
0,47 t C ha⁻¹ rocznie, co odpowiada 0,82 t ha⁻¹
rocznie materii organicznej



Stuczyński i in. 2007

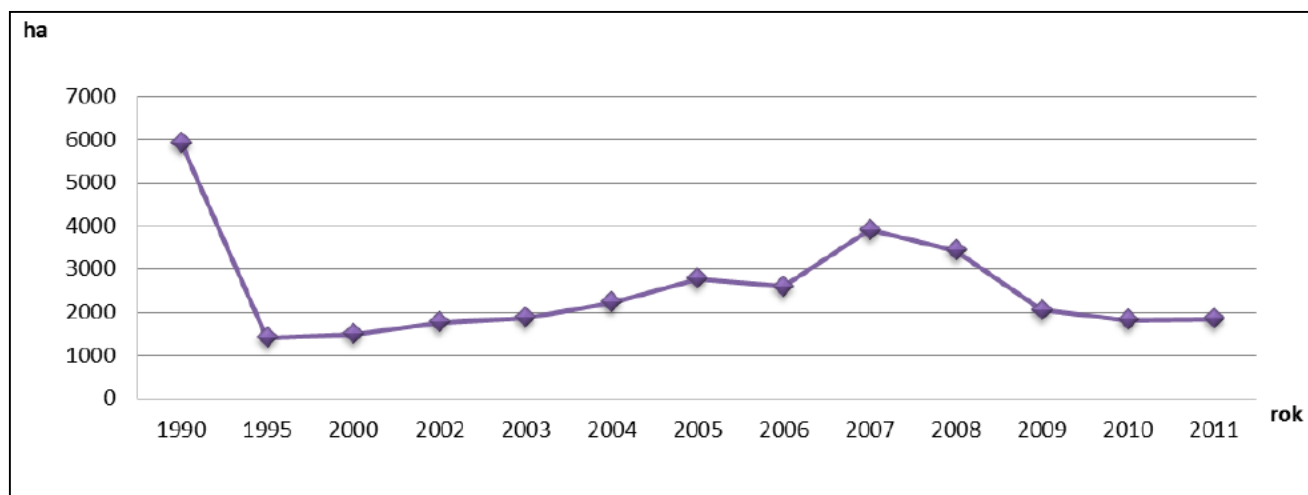


Przy tradycyjnej uprawie z orką
mineralizacji ulega o 150-350 kg/ha
glebowej materii organicznej więcej
niż przy uprawie bezorkowej (87 – 203
kg/ha C org)

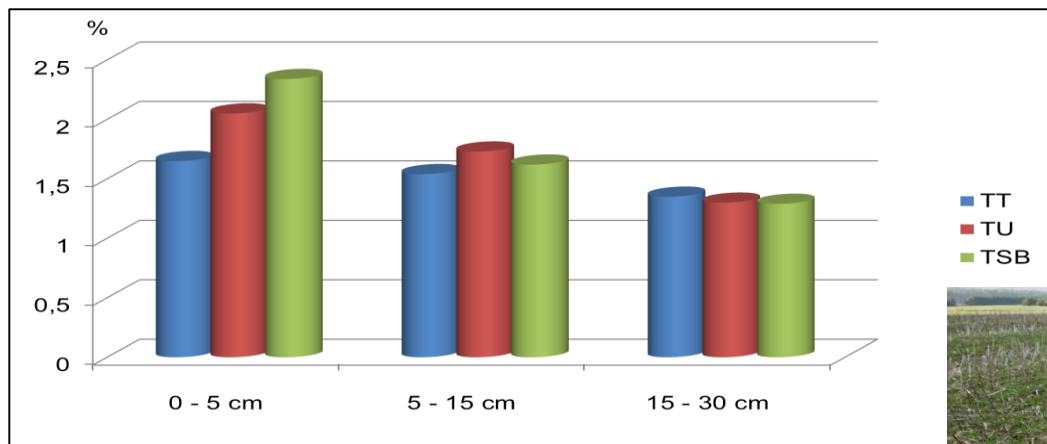
100 kg C org. = emisja 367 kg CO₂.

Metody zwiększenia zawartości materii organicznej w glebie i ograniczenia

- Stosowanie nawozów organicznych (zwierzęcych, kompostów)
- Zwiększenie produkcji biomasy (pozostawienie na polu większej ilości resztek poźniwnych)
- Zwiększenie udziału upraw wieloletnich w strukturze zasiewów (zalesienia)
- Zdolności sekwestracji i mineralizacji zależą od właściwości (tekstury) gleby
- Potencjał sekwestracji zmniejsza się wraz ze zmniejszeniem pow. UR



Wpływ systemu uprawy roli na zawartość próchnicy w glebie (%)



Gospodarstwo indywidualne Rogów – 10 lat badań

źródło: Smagacz J. 2017



Zmiany zawartości węgla w glebie po 30 latach stosowania uprawy tradycyjnej i siewu bezpośredniego

Warstwa gleby (cm)	Zawartość Corg (g kg ⁻¹)	
	UT	TSB
0 - 3	12,3	34,7
3 - 10	11,2	23,0
10 - 20	10,3	10,8
20 – 30	2,9	4,6
Razem (kg m⁻²)	5,56	6,75

źródło: Mestelan i in., 2006

Sekwestracja węgla w glebach Polski w t C ha⁻¹ r⁻¹ wg modelu DNDC

Gleba	Zmianowanie			
	a	b	c	d
Bardzo lekka	- 0,01	-0,02	0,25	0,19
Lekka	0,04	0,03	0,50	0,27
Średnia	0,03	0,01	0,61	0,19
Ciężka	0,00	0,01	0,50	0,22

+ sekwestracja C; - straty C

a – pochłanianie węgla , b – typowe zmianowanie + poplon, c – typowe zmianowanie + poplon + przyoranie słomy, d – typowe zmianowanie + obornik

źródło: Faber i in. 2012

Jakość i zróżnicowanie siedliska glebowego w kontekście produkcji rolniczej

- Zróżnicowany potencjał produkcyjny gleby
- Zagrożenia degradacji gleby w wyniku niezrównoważonej działalności rolniczej
- Zagrożenia degradacji gleby na skutek osuszania (system melioracji odwadniających)
 - obniżenie poziomu wód gruntowych i stanu uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby
 - ubytek materii organicznej
- Zagrożenia degradacji gleby pod wpływem działalności przemysłowej (zanieczyszczenie gleb metalami śladowymi i substancjami ropopochodnymi)
 - ryzyko produkcji skażonej żywności na skrajnie zanieczyszczonych glebach
 - obniżenie bioróżnorodności i ograniczenie podstawowych funkcji ekologicznych gleby
- Zagrożenia degradacji gleby pod wpływem procesów erozji wodnej stymulowanej działalnością rolniczą

Podsumowanie

- **Gleby organiczne i pochodzenia organicznego, a w mniejszym stopniu gleby mineralne są olbrzymim rezerwuarem węgla na Ziemi**
- **Utrzymanie zasobu węgla w glebie stabilizuje klimat naszej planety**
- **Procesy murszenia gleb powodują rozkład nagromadzonej materii organicznej i uwalnianie do atmosfery węgla w postaci CO₂ oraz innych gazów cieplarnianych, co przyspiesza zmiany klimatyczne**
- **Czynnikiem inicjującym procesy murszenia jest odwodnienie i osuszenie gleby**
- **Duża część gleb torfowych w Polsce, głównie w obszarze Niziny Polskiej, objęta jest procesem murszenia i mineralizacji materii organicznej**
- **Mineralizację materii organicznej przyspiesza także zmiana sposobu użytkowania gruntów, przekształcenie gleb trwałych użytków zielonych z dużą zawartością próchnicy na grunty orne**
- **Sekwestracji węgla w glebie sprzyja bezorkowa lub uproszczona uprawa roli oraz tworzenie optymalnych stosunków powietrzno-wodnych**

Dziękuję za uwagę



Instytut Uprawy
Nawożenia i Gleboznawstwa