

Poznań  
5.03.2024 r.

# *Znaczenie torfowisk dla zbiorników wody i węgla w lasach perspektywie zmian klimatu*

prof. dr hab. Mariusz Lamentowicz

Pracownia Ekologii Zmian Klimatu



UNIwersytet  
IM. ADAMA MICKIEWICZA  
W POZNANIU



Wydział Nauk  
Geograficznych i Geologicznych



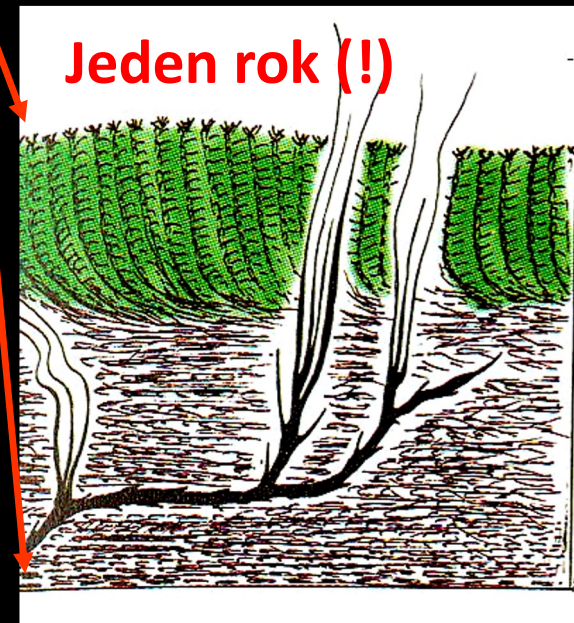
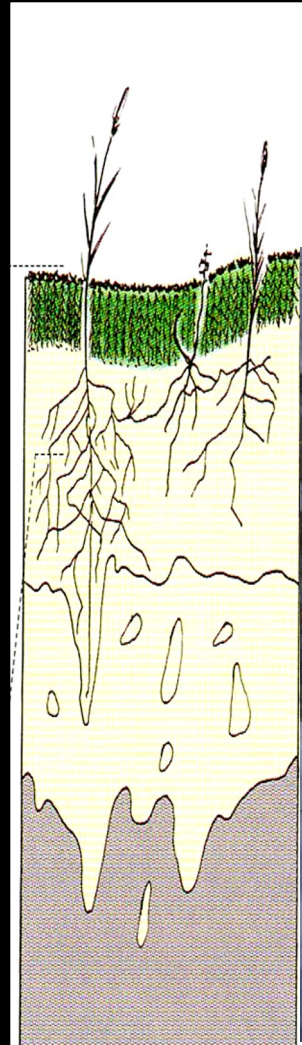
# Co to jest **torf** i **torfowisko**?

- **Torf** to martwa materia organiczna, która została wyprodukowana przez rośliny i zakumulowana w miejscu jej powstania,
- **Torfowisko** to obszar z naturalnie nagromadzonym torfem.



# Jak tworzy się torf?

*Mchy torfowce - Sphagnum*



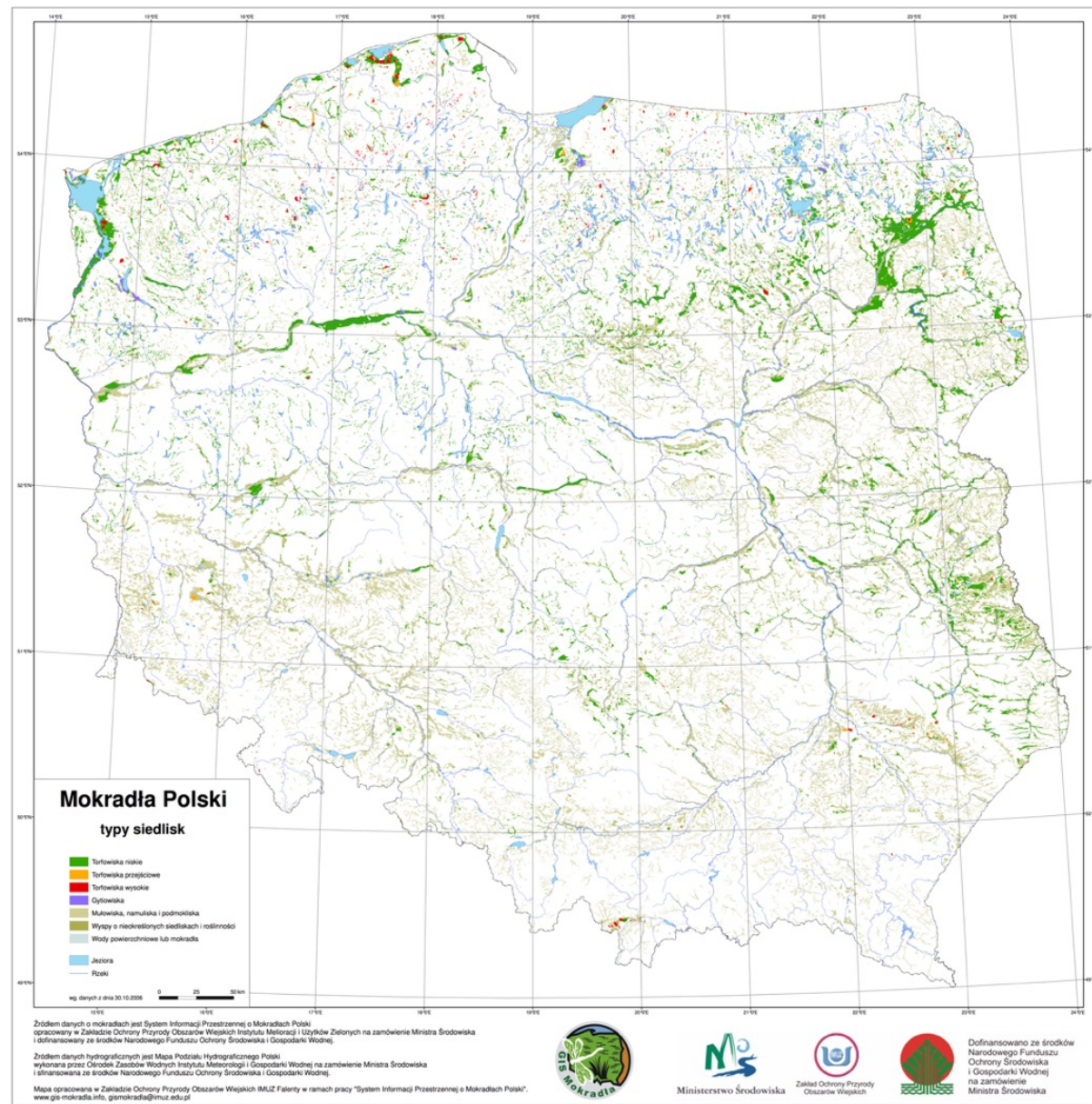
## Dlaczego torfowiska są tak istotne w skali globalnej?

- Zawierają **10% globalnych zasobów słodkiej wody**,
- **Zgromadzony węgiel (ok 700 Gt)** odpowiada **30 %** węgla, zgromadzonego w glebie i **75%** węgla atmosferycznego (Yu i in., 2010).
- Torfowiska **zgromadziły i ustabilizowały wiele ton atmosferycznego węgla.**



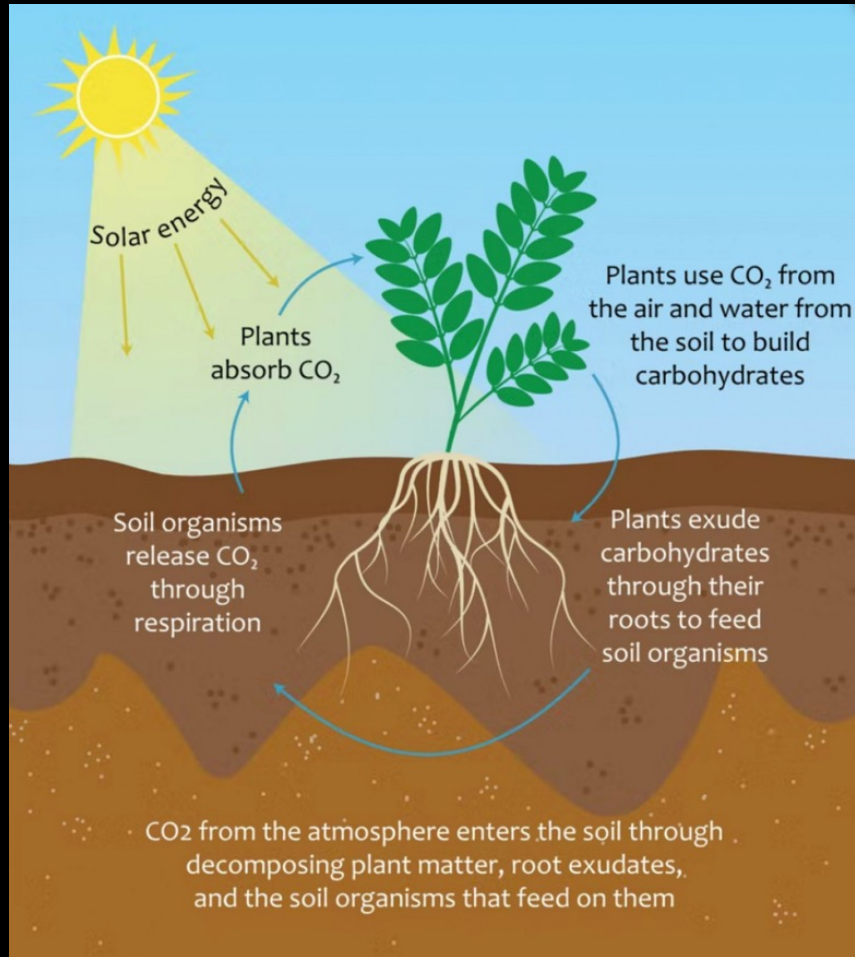
# W Polsce

- 5% powierzchni kraju.
- 50 tysięcy torfowisk (naturalnych i odwodnionych) o powierzchni większej od 1 ha
- 1,6 mln ha



<http://www.gis-mokradla.info>

# Jak węgiel dostaje się do gleby?



Source: Jocelyn Lavalley, The Conversation, CC BY-ND

# Znaczenie torfowisk

- Torfowiska zajmują ogółem około **1,6 mln ha** powierzchni Polski (5%) z czego **1,3 mln ha** jest odwodniona (Jabłońska i in., 2021).
- W zależności od rodzaju torfu **92,4%** powierzchni torfowisk stanowią torfowiska niskie, **3,3%** torfowiska przejściowe, natomiast torfowiska wysokie stanowią **4,3%** powierzchni (Kotowski i in., 2017).
- Ponieważ **84,6%** torfowisk jest odwodniona (Jabłońska i in., 2021) dlatego są emiterami gazów cieplarnianych, głównie CO<sub>2</sub> do atmosfery.
- Emitują **34,6 Mt ekw. CO<sub>2</sub>/rok** (Jabłońska i in., 2021; Kotowski, 2021).
- Stanowią **skuteczną barierę dla czołgów i innych pojazdów**



PUBLISHED THU, APR 21 2022·2:54 AM EDT | UPDATED THU, APR 21 2022·AT 6:07 EDT

 Holly Ellyatt  
@HOLLYELLYATT

SHARE    

## KEY POINTS

- When Russia invaded Ukraine in February, its military commanders were widely seen to have discounted one very unconventional but effective weapon in Ukraine's arsenal.
- The timing of Russia's invasion, which began on Feb. 24, coincided with what is known locally as the "muddy road season," or "Rasputitsa" in Russian.
- Mud can make Ukraine's terrain and unpaved roads virtually unpassable.



A member of the Ukrainian Territorial Defense Forces stands on a damaged Russian tank on the outskirts of Nova Basan village in Ukraine on April 01, 2022. Russia's invasion on Feb. 24 coincided with what's known locally as the "muddy road season," or "Rasputitsa" in Russian.

*Anadolu Agency | Anadolu Agency | Getty Images*



A photo taken in the spring of 1942 of German army vehicles on muddy terrain in Ukraine, then a part of the Soviet Union.

*Ullstein Bild | Ullstein Bild | Getty Images*

# Torfowiska i cele zrównoważonego rozwoju

## TORFOWISKA JAKO CZYNNIK

Wpływ torfowisk i innych mokradeł na wybrane cele zrównoważonego rozwoju Organizacji Narodów Zjednoczonych



### SDG 2 - Zero głodu

Torfowiska poprawiają funkcje ekosystemów regulując hydrologię. Zapobiegają osiadananiu gleby i zabezpieczają produkcję żywności



### SDG 6 - Czysta woda i warunki sanitarne

Większość słodkiej wody na Ziemi związana jest z mokradłami



### SDG 7 - Czysta i dostępna energia

Odnawialna biomasa z torfowisk generuje ciepło w sposób zrównoważony



### SDG 11 - Zrównoważone miasta i społeczności

Torfowiska redukują ryzyko powodzi i ochładzają klimat



### SDG 12 - Zrównoważona konsumpcja

Zrównoważone zarządzanie torfowiskami w kombinacji z paludikulturą wpływa na ekologiczną i ekonomiczną niezależność



### SDG 13 - Działania w dziedzinie klimatu

Niezniszczone torfowiska gromadzą ogromne ilości węgla



### SDG 14 - Życie pod wodą

Zdrowe i produktywne oceany potrzebują funkcjonujących przybrzeżnych mokradeł



### SDG 15 - Życie na lądzie

40 procent gatunków rozmnaża się i żyje w mokradłach



Pojezierze Bytowskie (Polska)



Fot. Wiesław Stępień







Fot. Michał Słowiński

















Phot. Andrew Kelly



Fot P. Twardowski

# Torfowiska wysokie

*Mchy torfowce*







# Torfowiska niskie

Np. turzyce, trzcina i mchy brunatne





# Las i torfowiska

W odróżnieniu od lasu torfowiska magazynują węgiel przez wiele tysięcy-milionów lat

Dlatego t. są znacznie efektywniejsze w akumulacji węgla niż lasy,

Ale ... lasy są bardzo blisko związane z torfowiskami - łącznikiem jest **WODA**



**Las także często rośnie na torfowiskach.**







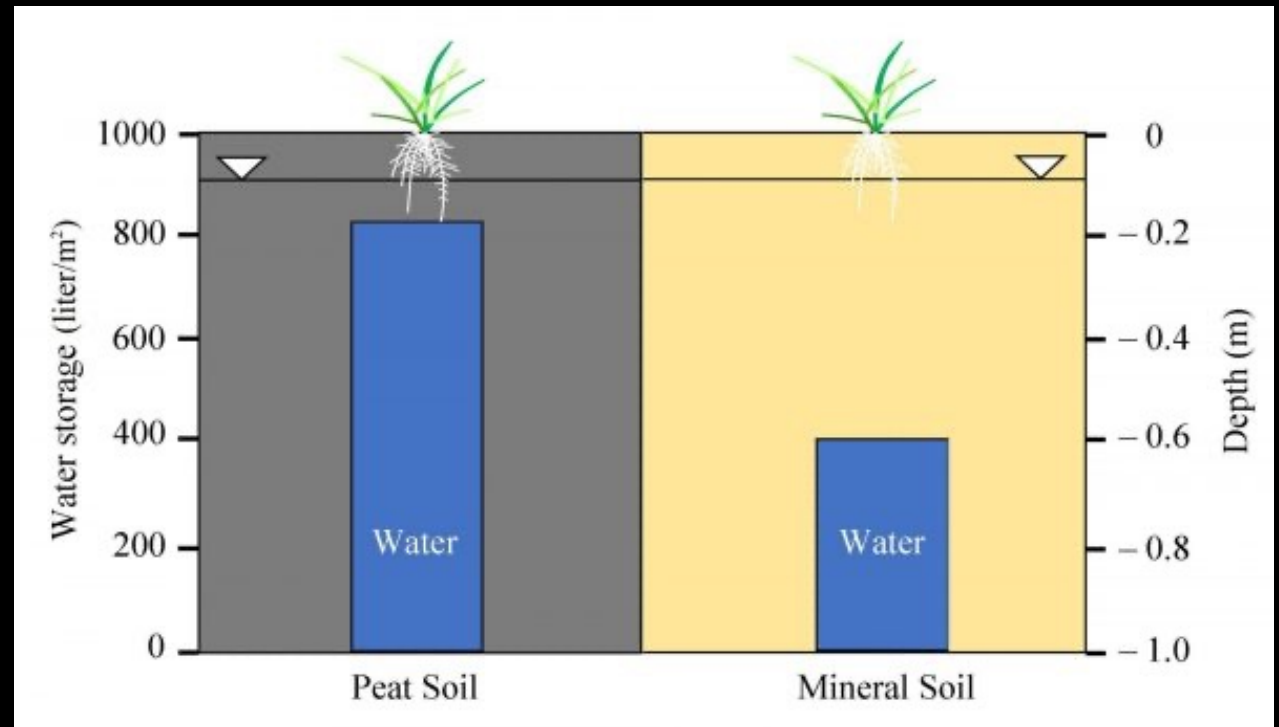
A photograph of a peat bog landscape. A narrow wooden boardwalk path leads from the foreground into the distance, flanked by tall, dry, golden-brown reeds. The ground is wet and reflective, mirroring the overcast, grey sky. In the far distance, a line of trees and some small structures are visible on the horizon.

# Torfowiska i woda

---

# Torfowiska i woda

- Pierwotny torf magazynuje do **90% obj.** wody, a jakość wody na naturalnych torfowiskach jest bardzo wysoka,
- W porównaniu z glebami mineralnymi i w zależności od poziomu wód gruntowych, **torf magazynuje od trzech do czterech razy więcej wody,**
- W profilu glebowym o długości **1 metra nienaruszone torfowiska magazynują do 810 litrów wody** na metr kwadratowy.

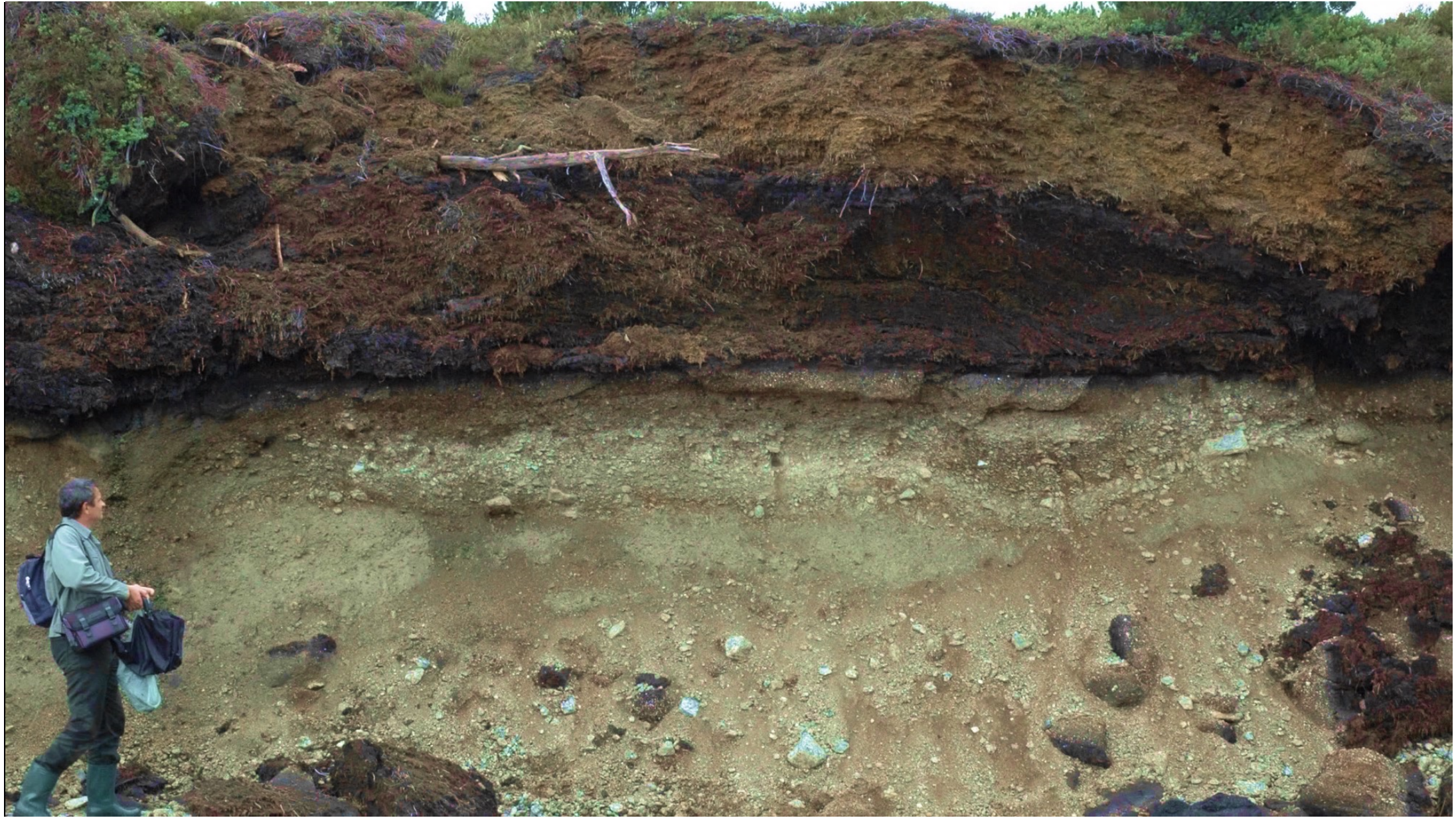




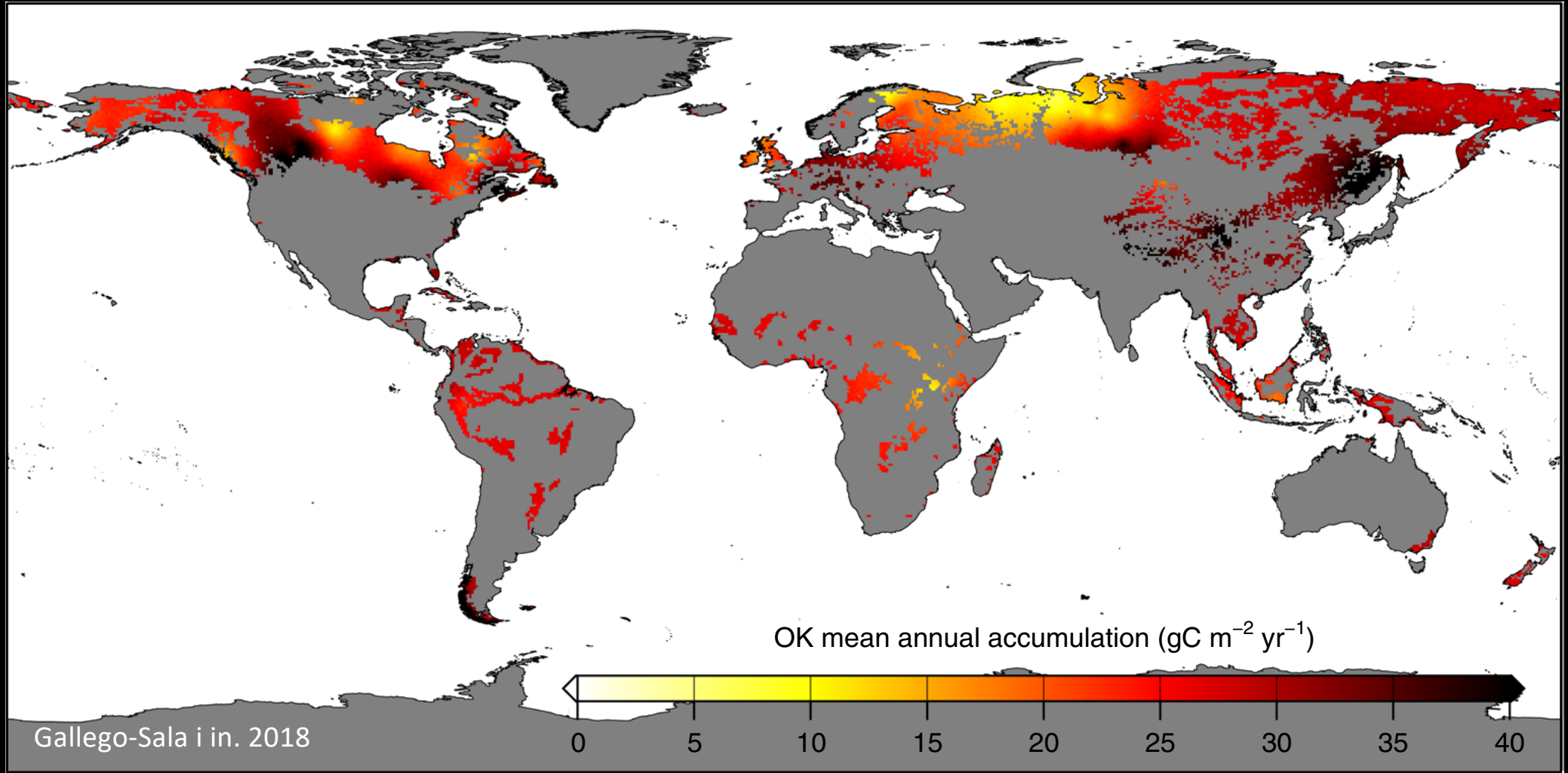


Węgiel – Carbon  
Węgiel – Coal, lignite

---



# Torfowiska i węgiel



# Jakie ekosystemy gromadzą najwięcej węgla?



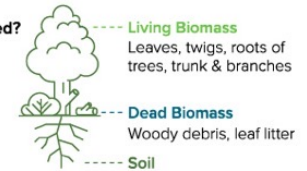
## Carbon Storage in Earth's Ecosystems

Achieving net-zero by 2050 depends on the Earth's natural carbon sinks.

Forests play a critical role in regulating the global climate. They absorb carbon from the atmosphere and then store it, acting as natural carbon sinks.

### Where is Carbon Stored?

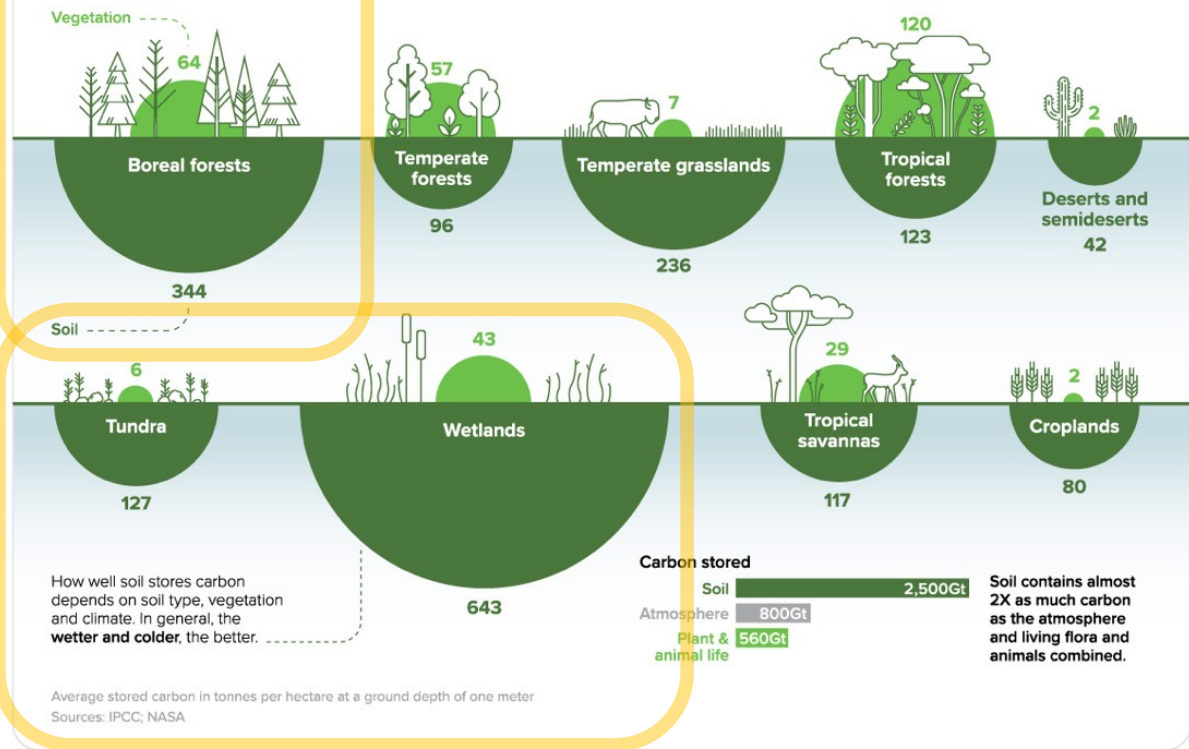
There are various carbon pools in a forest ecosystem.



### Carbon Storage Tonnes of Carbon

The world's forests absorb around **15.6 gigatonnes** of CO<sub>2</sub> each year. That's around 3X the annual CO<sub>2</sub> emissions of the United States.

However, around **8.1 gigatonnes** of CO<sub>2</sub> leaks back into the atmosphere due to deforestation, fires and other disturbances.



# Podstawowe fakty o Polsce

- Torfowiska zajmują ogółem około **1,6 mln ha** powierzchni Polski (5%) z czego **1,3 mln ha** jest odwodniona (Jabłońska i in., 2021).
- W zależności od rodzaju torfu **92,4%** powierzchni torfowisk stanowią torfowiska niskie, **3,3%** torfowiska przejściowe, natomiast torfowiska wysokie stanowią **4,3%** powierzchni (Kotowski i in., 2017).
- Ponieważ **84,6%** torfowisk jest odwodniona (Jabłońska i in., 2021) dlatego są emiterami gazów cieplarnianych, głównie CO<sub>2</sub> do atmosfery.
- Emitują **34,6 Mt ekw. CO<sub>2</sub>/rok** (Jabłońska i in., 2021; Kotowski, 2021).

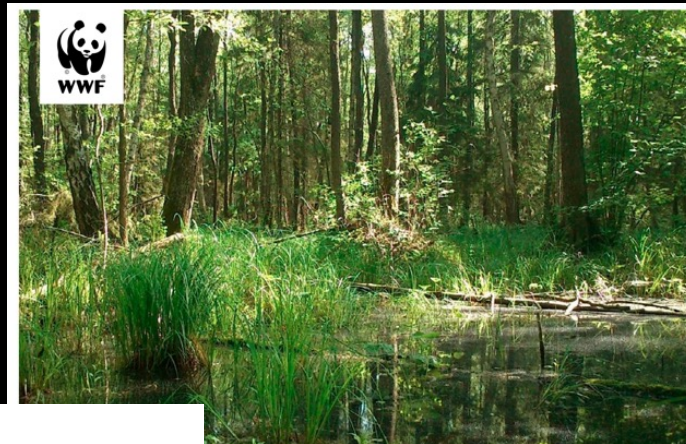
ZESZYTY PROBLEMOWE  
POSTĘPÓW NAUK ROLNICZYCH  
Zeszyt 15

TORFOWISKA W POLSCE, ICH ILOŚĆ, POWIERZCHNIA  
I ZASOBY

KRZYSZTOF BITNER



PROJEKT  
STRATEGII OCHRONY MOKRADEŁ W POLSCE  
NA LATA 2022-2032



OSZACOWANIE EMISJI GAZÓW  
CIEPLARNIANYCH Z UŻYTKOWANIA  
GLEB ORGANICZNYCH W POLSCE  
ORAZ POTENCJAŁU ICH REDUKCJI

CZERWIEC 2021

# Zawartość węgla w torfie

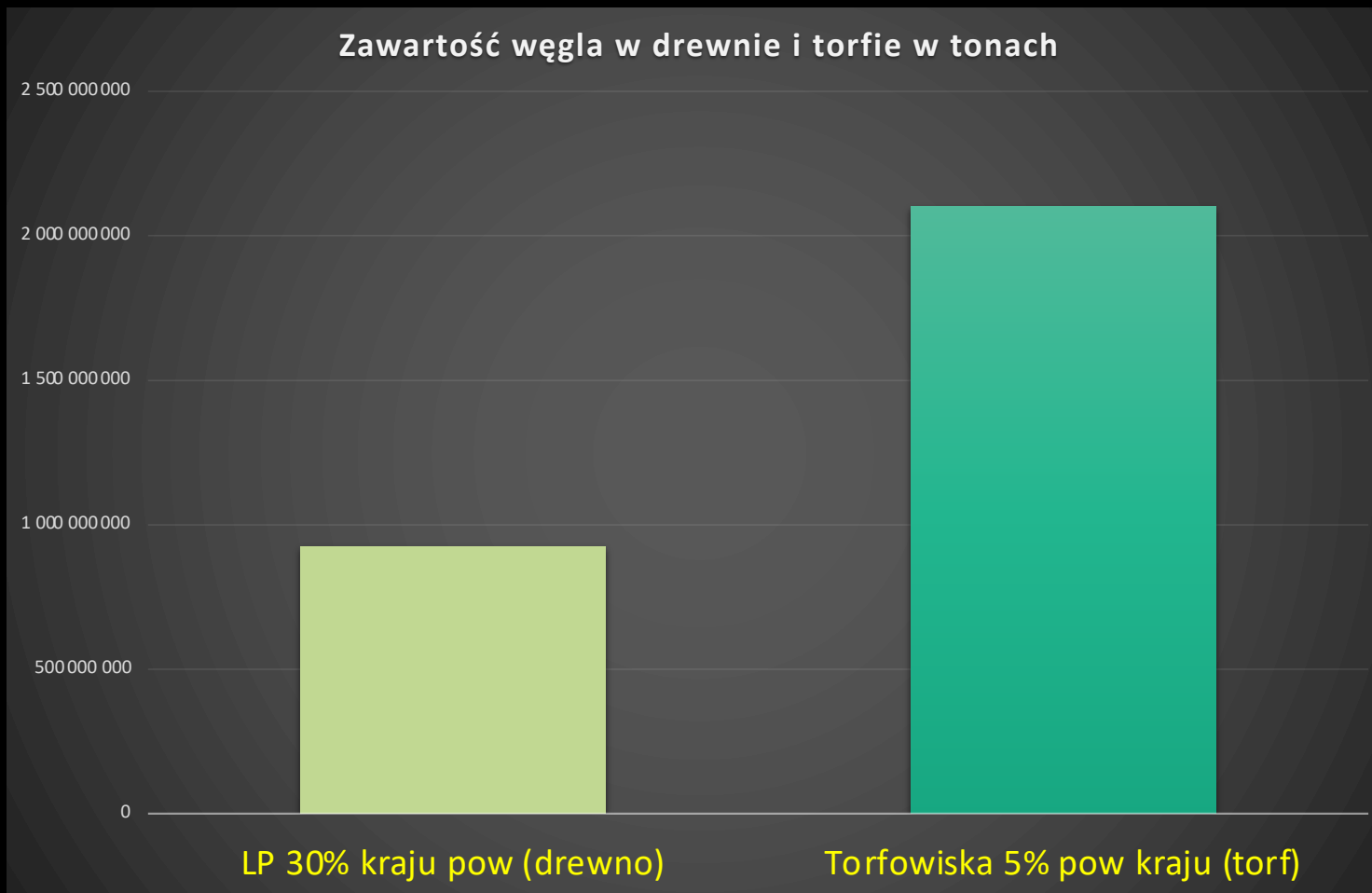
- Miąższość torfu
- Rodzaj torfu
- Gęstość objętościowa
- Zawartość węgla w materii organicznej
- Dla większych obszarów średnia miąższość torfu







# Zawartość węgla w drewnie torfie w Polsce



# Torf => Czas => Węgiel

## Coal measures

Accumulated organic sediment\*, km<sup>3</sup>/myr, '000



Source: PNAS

\*Peat, lignite, coal and tar;  
North America only

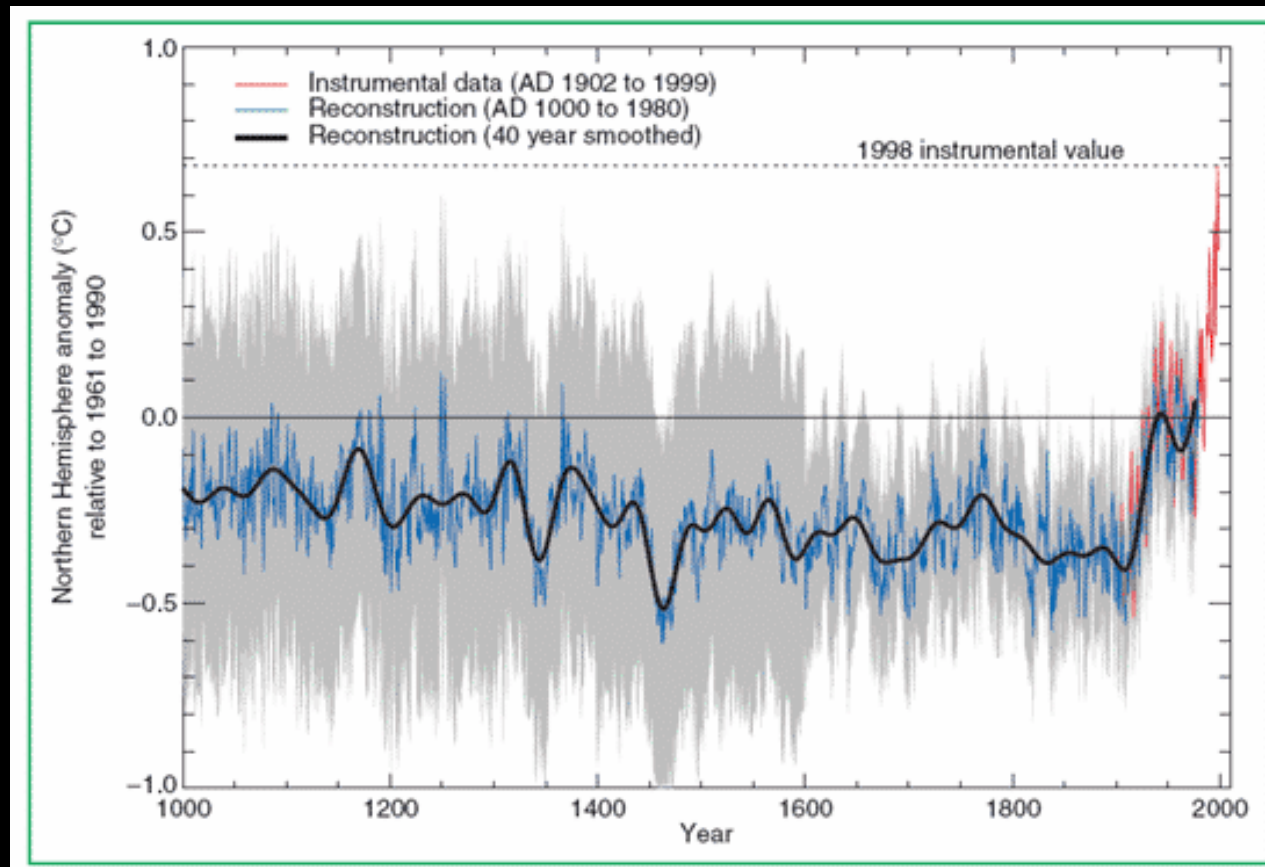
Economist.com

Plant Evolution  
and Palaeobotany

<http://www.ucmp.berkeley.edu>

[dinopedia.fandom.com/wiki/Carboniferous](http://dinopedia.fandom.com/wiki/Carboniferous)

# "Kij hokejowy"

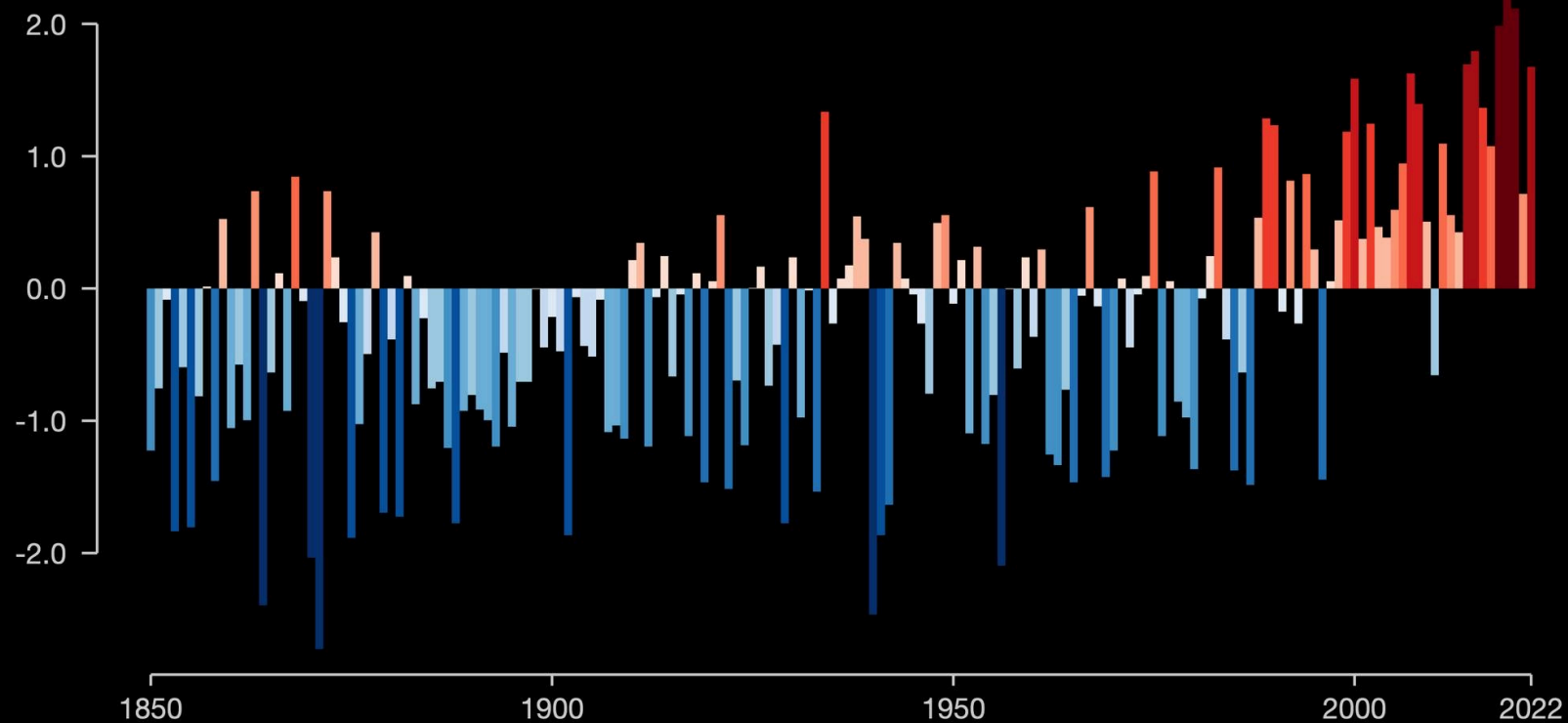


Mann, M.E., R.S. Bradley and M.K. Hughes (1999)

# Wzrost temperatury w Poznaniu

## Temperature change in Poznań

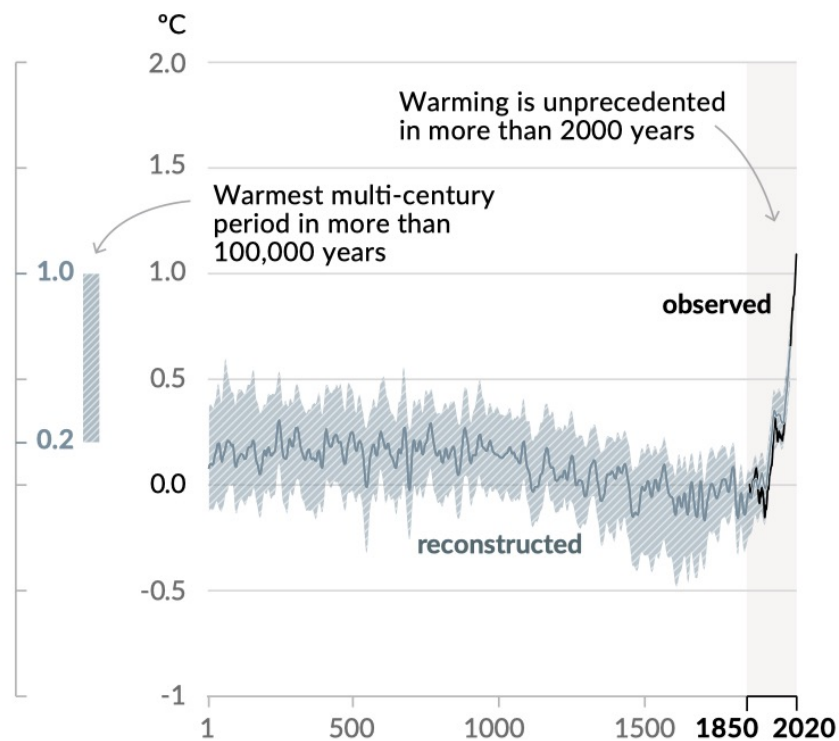
Relative to average of 1971-2000 [°C]



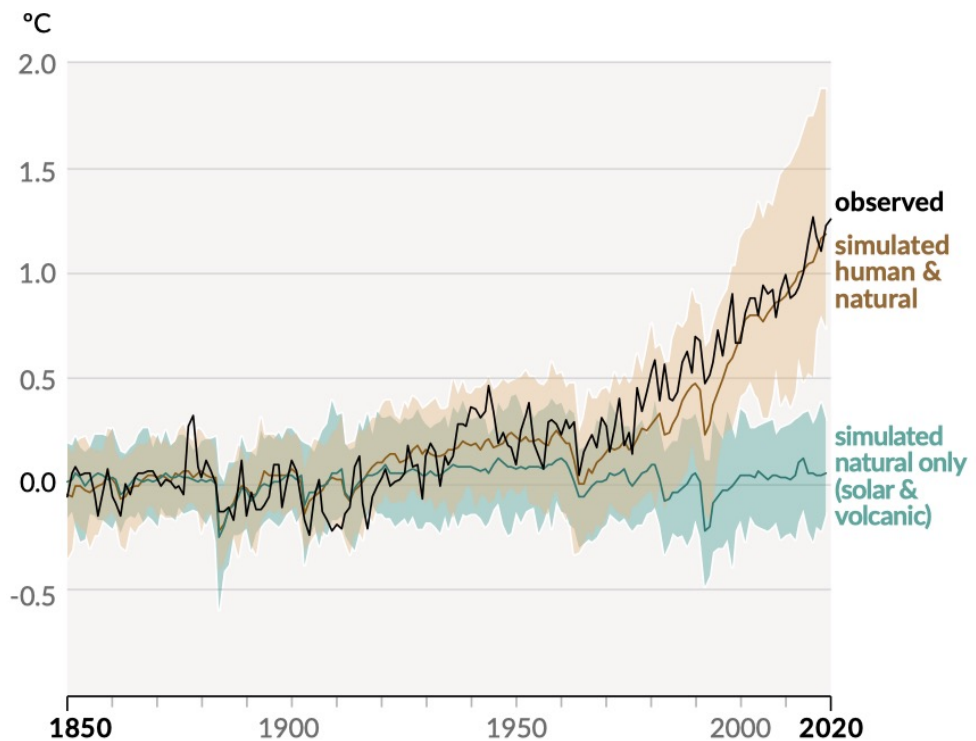
# Human influence has warmed the climate at a rate that is unprecedented in at least the last 2000 years

## Changes in global surface temperature relative to 1850-1900

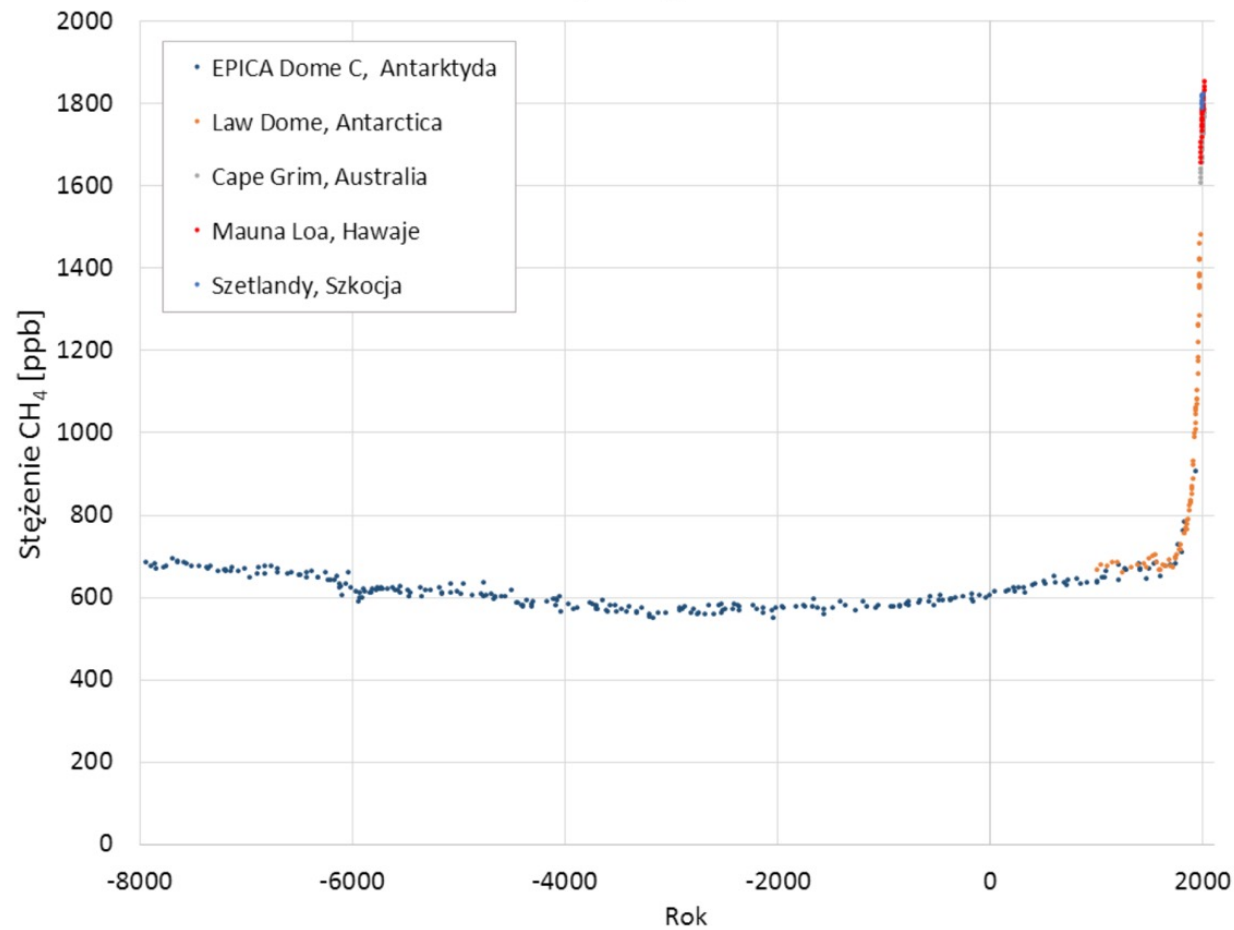
a) Change in global surface temperature (decadal average) as **reconstructed** (1-2000) and **observed** (1850-2020)



b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850-2020)



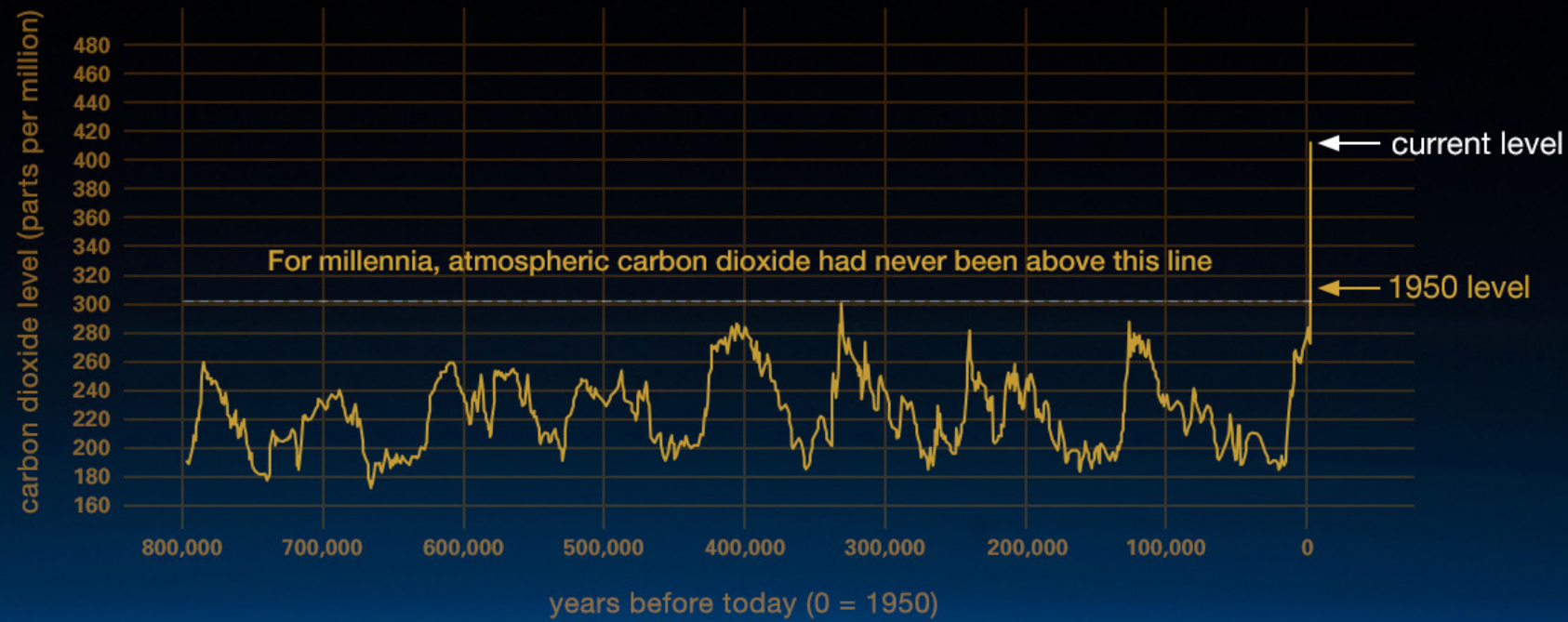
## Koncentracja CH<sub>4</sub> w atmosferze



Rysunek 4. Zmiany koncentracji metanu w ostatnich 10 000 lat, Dane z poszczególnych źródeł (pomiar paleoklimatyczne i instrumentalne) skompilowane przez [EPA](#). „0” oznacza 1 rok n.e.

Artykuł jest zaktualizowanym i przeredagowanym na potrzeby publikacji w internecie fragmentem książki Marcina Popkiewicza, Aleksandry Kardaś i Szymona Malinowskiego pt. [Nauka o klimacie](#).

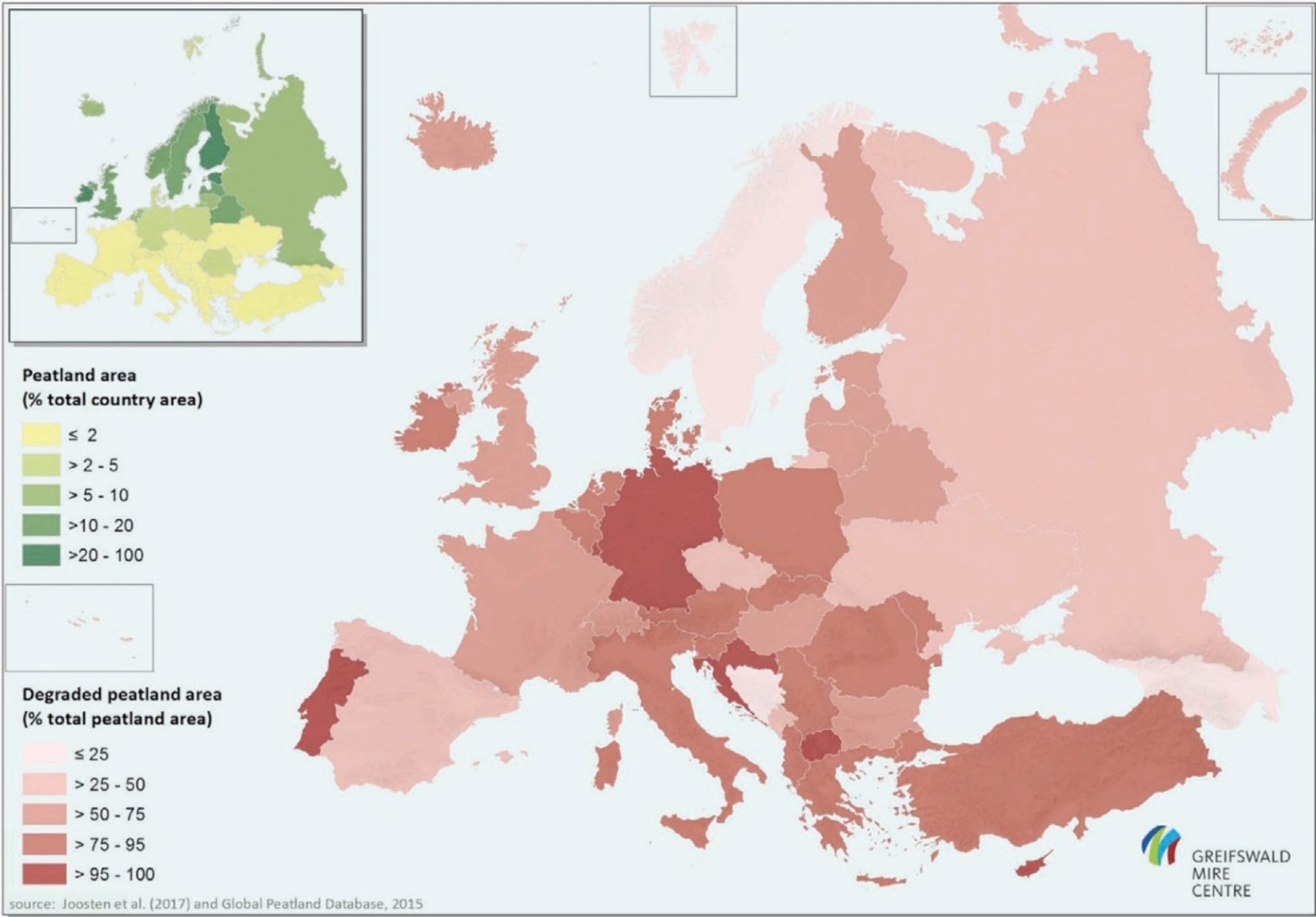
Nauka o klimacie



# Europe

59,3 mln ha  
peatlands  
54% undrained (52%  
excl. Russia)

Annual decline rate  
0.4% (EU)



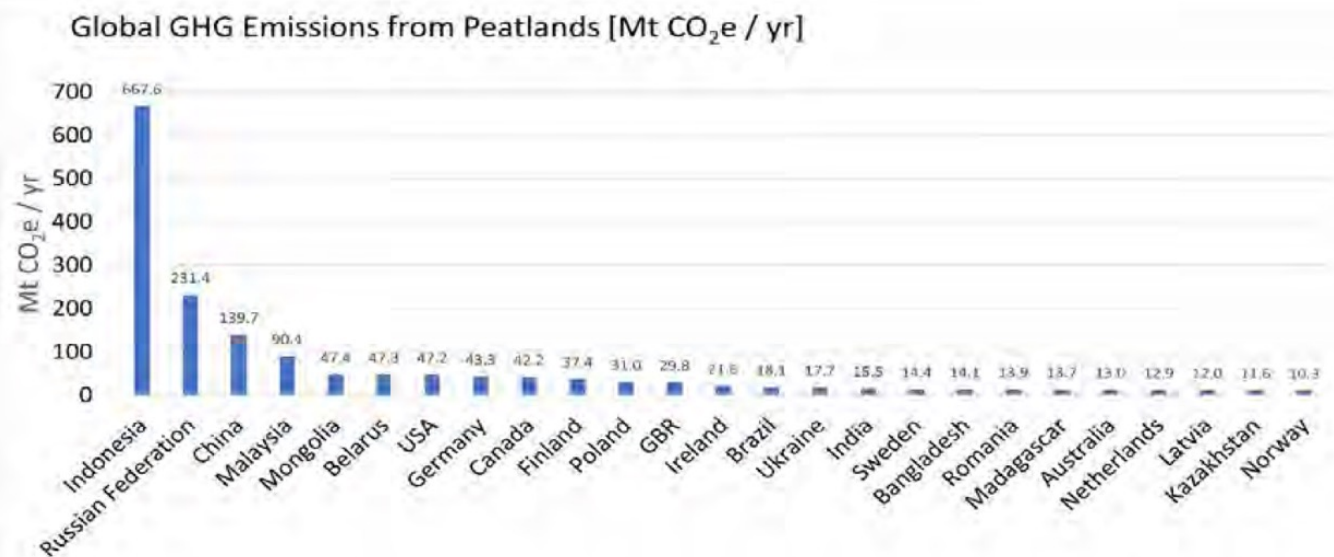
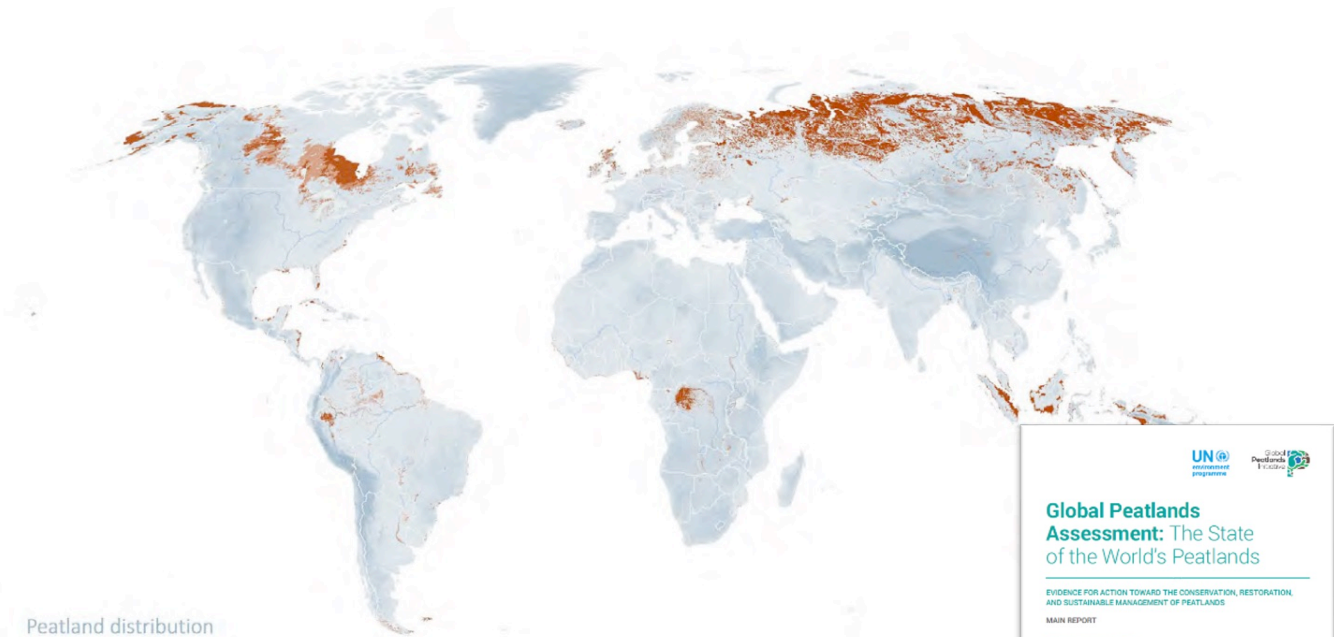


# Świat

488 mln ha torfowisk  
88% nieosuszonych  
(torfowiska)  
pochłanianie ok. 400  
MT CO<sub>2</sub> rocznie

59 mln ha osuszonych:  
50% rolnictwo, 30%  
leśnictwo, 10%  
wydobycie torfu  
emisja ok. 2 GT CO<sub>2</sub>  
rok-1

Roczna stopa spadku  
0,1%





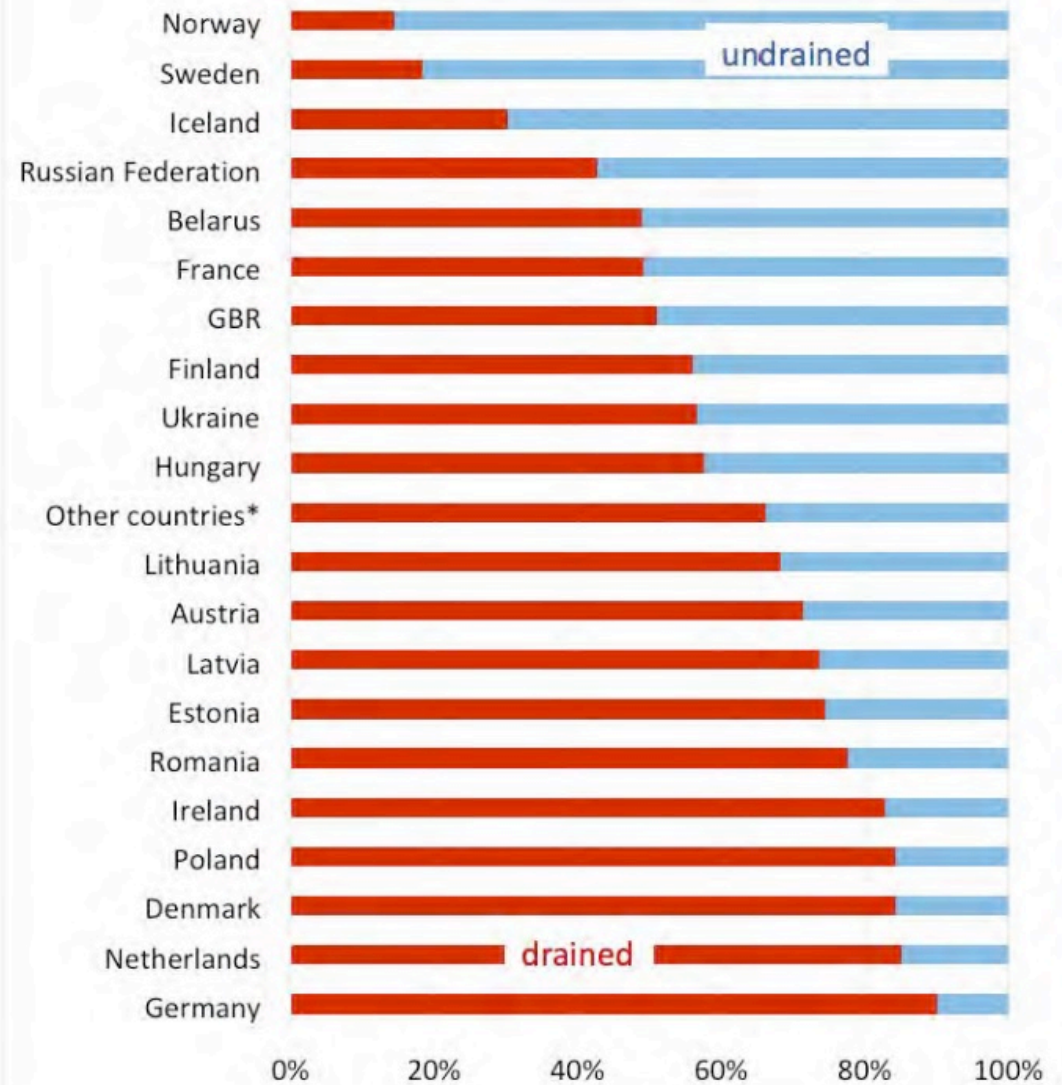
# Global Peatlands Assessment: The State of the World's Peatlands

EVIDENCE FOR ACTION TOWARD THE CONSERVATION, RESTORATION, AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PEATLANDS

MAIN REPORT



### Status of peatlands (%)

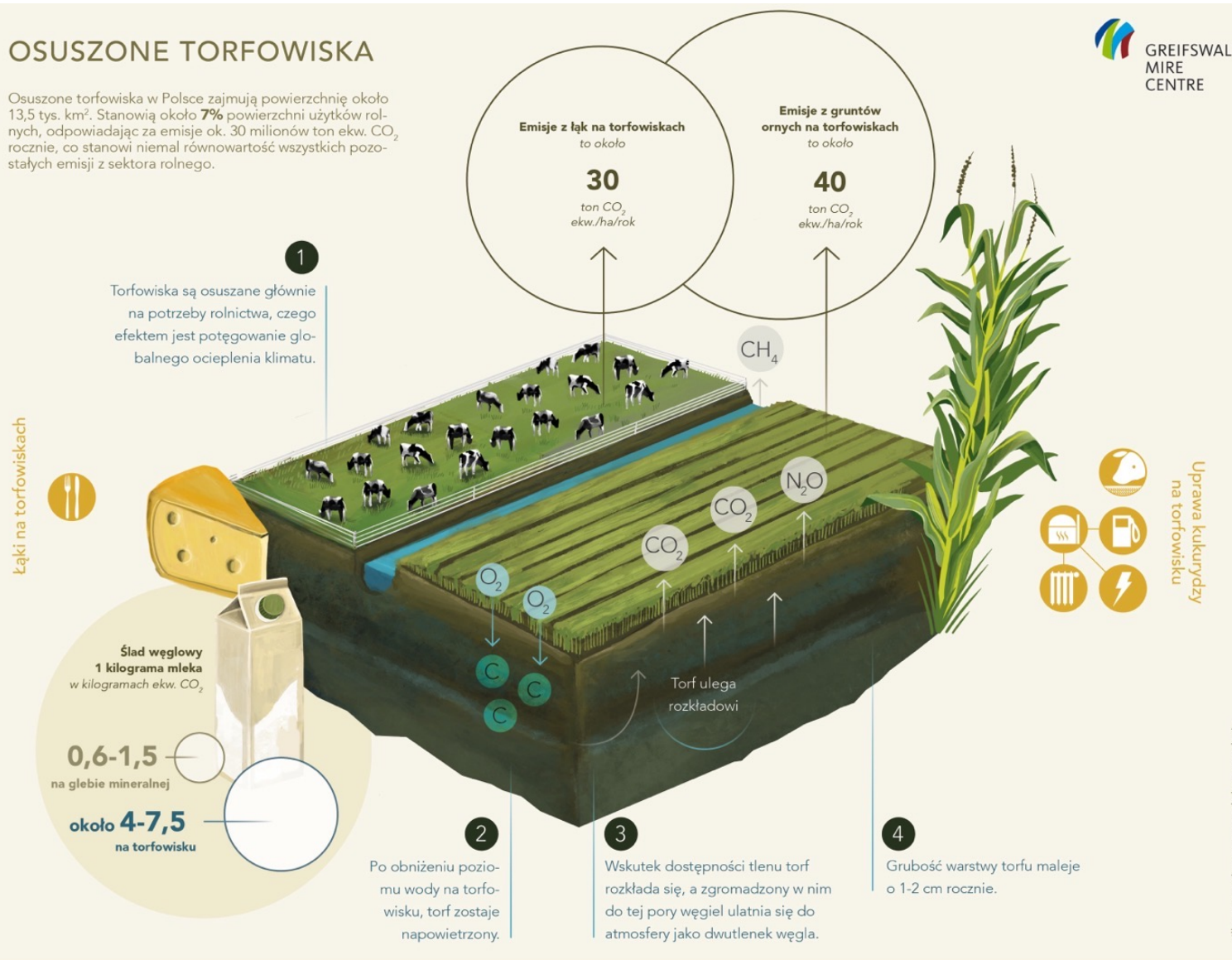




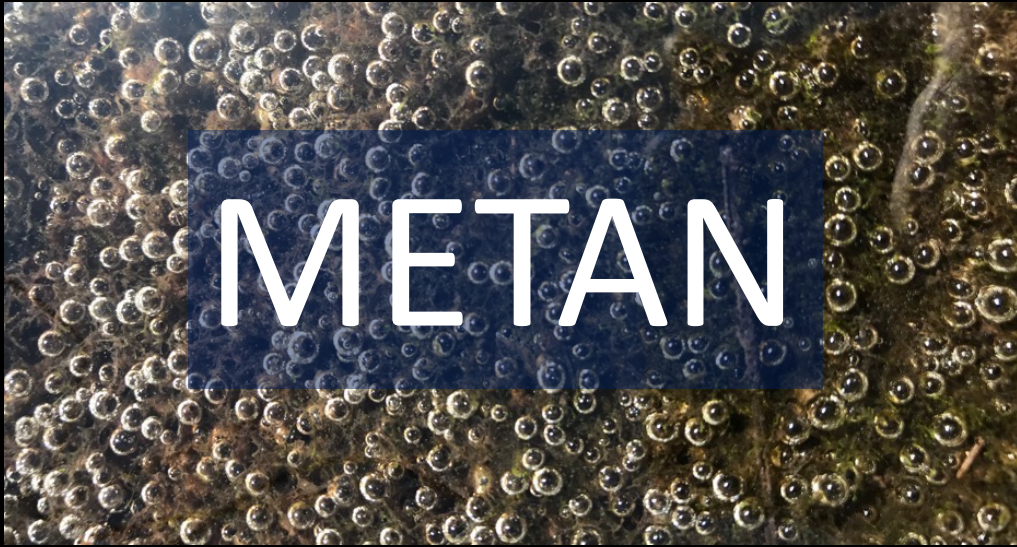


## OSUSZONE TORFOWISKA

Osuszone torfowiska w Polsce zajmują powierzchnię około 13,5 tys. km<sup>2</sup>. Stanowią około **7%** powierzchni użytków rolnych, odpowiadając za emisje ok. 30 milionów ton ekw. CO<sub>2</sub> rocznie, co stanowi niemal równowartość wszystkich pozostałych emisji z sektora rolnego.



# METAN





0 0,5 1 2 km

570 ha

Landsat 8 z 20.04.2020 godz. 09:30

Bands: 7, 6, 5

[www.biebrza.org.pl](http://www.biebrza.org.pl)



Fot. A.Grygoruk

[www.biebrza.org.pl](http://www.biebrza.org.pl)



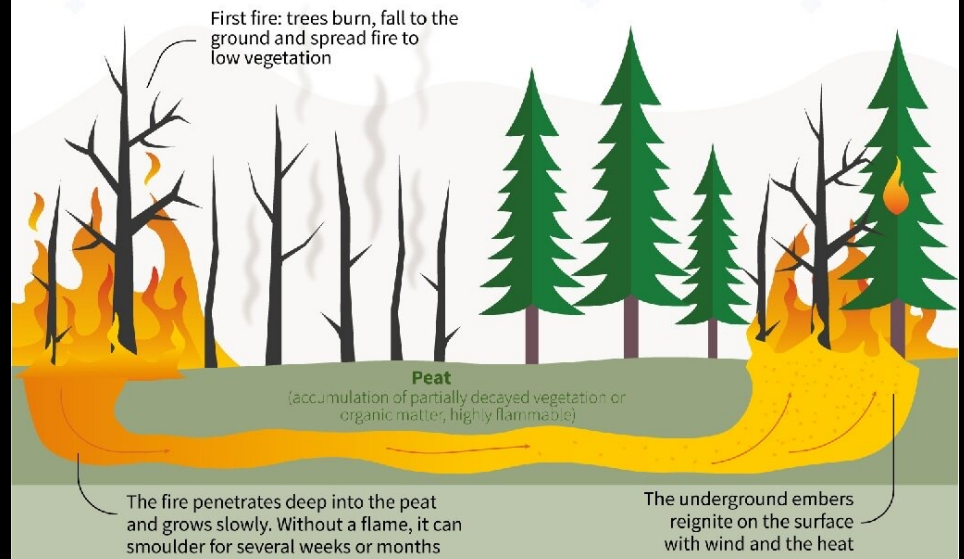
ŁUKASZ RUTKOWSKI  
FOTOGRAFIA RATOWNICZA





## Peat "zombie" fires

These fires are hard to detect and burn slowly underground before climbing above the surface. They are one cause of the resurgence of fires in southwest France



Source: AFP bureaus

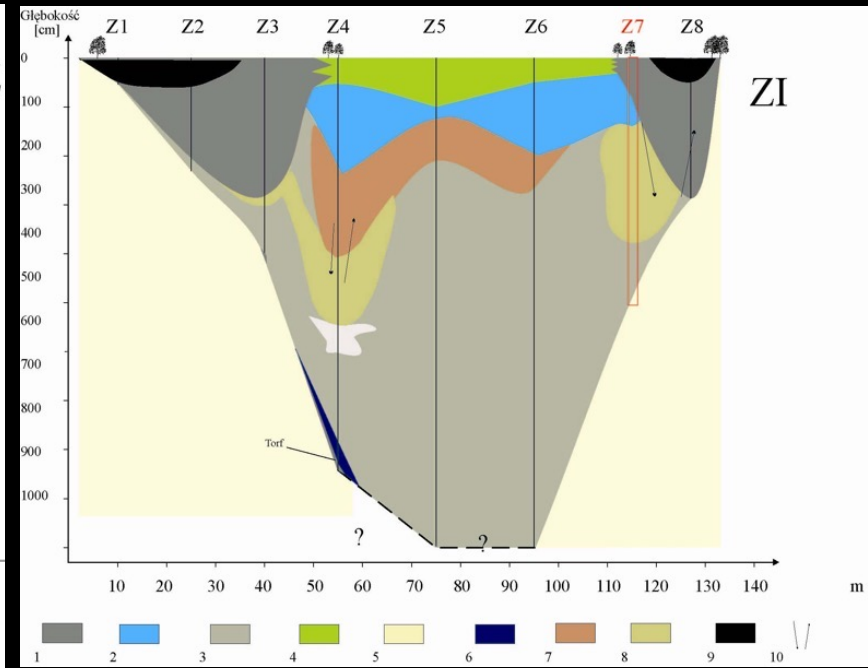
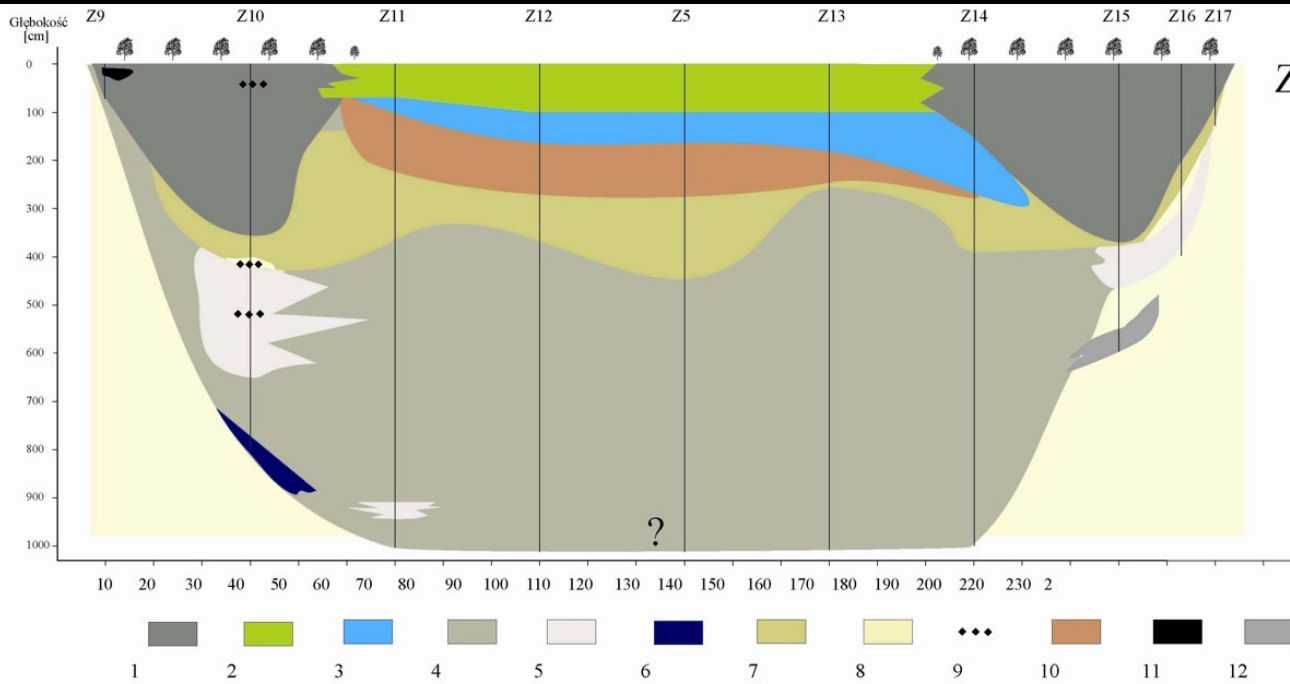
## Emisja gazów cieplarnianych z torfowisk w lasach

- Całkowity potencjał wpływu torfowisk w lasach na efekt cieplarniany (uwzględniający dodatkowo podtlenek azotu) wynosi **3,5 Mt ekw. CO<sub>2</sub>**
- Jest to około **10%** całkowitych emisji gazów cieplarnianych z torfowisk Polski; pozostałe około **30 Mt ekw. CO<sub>2</sub>** pochodzi z torfowisk użytkowanych rolniczo.
- W LP rocznie wykorzystuje się ok **50 tys m<sup>3</sup> torfu** w szkółkach leśnych, które także należałoby doliczyć do emisji.
- **Emisje z torfowisk i torfu** wymagają szczególnej uwagi.



**Torfowiska to  
archiwa  
przyrody**

# Przekrój przez torfowisko w Borach Tucholskich



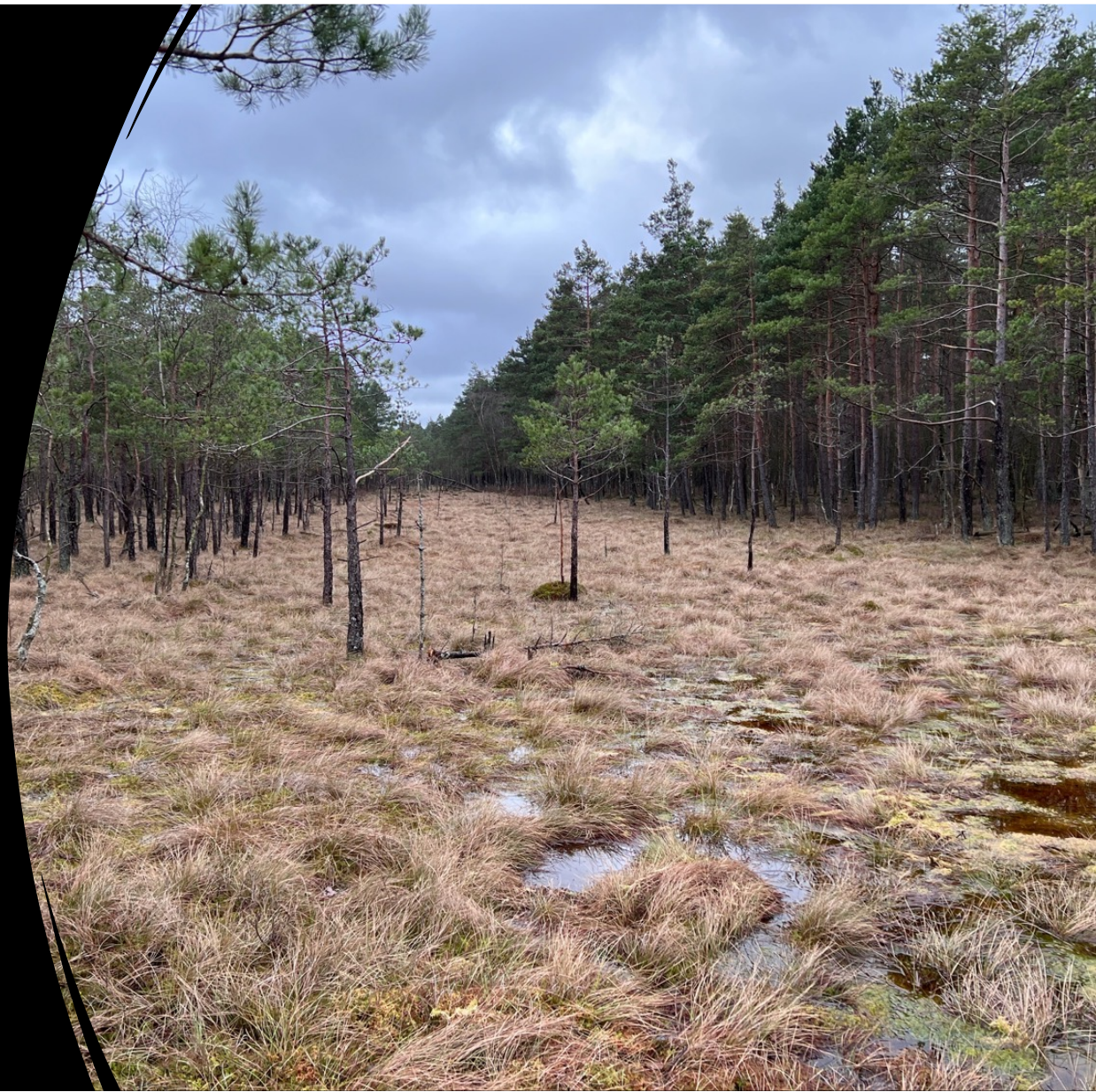


**Figure 4.** Northeastern area of 1938 excavations at Biskupin. *Photo Archives, Biskupin Museum.*



Piotrowski, W. 1998

# Ochrona i odtworzenie torfowisk



## NIEZABURZONE TORFOWISKA – BAGNA

Tylko około **15%** powierzchni polskich torfowisk jest wciąż bagnami, pozostałe zostały osuszone.













# Redukcje emisji

- Trwałe podniesienie poziomu wody w pobliże powierzchni gruntu pozwala bardzo znacznie **ograniczyć** mineralizację torfu, redukując emisje dwutlenku węgla nawet o **90–100%**.
- Z perspektywy ochrony klimatu najważniejszą informacją jest to, że **wysokie emisje gazów cieplarnianych** z odwodnionych torfowisk **są odwracalne**,
- **Odtwarzanie zdegradowanych torfowisk** może trwać **dziesiątki**, a **nawet setki lat**. Osiągnięcie tych redukcji wymaga ekstensyfikacji gospodarki leśnej na odtwarzanych terenach, ale jeśli uwzględnić zyski z działań okaże się, że **warto podjąć tę decyzję**,
- Nawadniając osuszone torfowiska w Polsce, można **zredukować emisje gazów cieplarnianych prawie o 22 Mt ekw. CO2 rocznie**, przy czym 88% potencjalnych redukcji (12,1 Mt ekw. CO2 rocznie) przypada na obszary rolnicze, a **11,7% (2,53 Mt ekw. CO2 rocznie)** na lasy.

Na podstawie Kotowskiego (2021)

## Przyszłe działania

- Rozpoznanie zasobów **węgla pierwiastkowego w torfie (miąższość torfu)**,
- Wdrożenie **ogólnopolskiego systemu obserwacji torfowisk** przepływu węgla i dynamiki hydrologicznej,
- Opracowanie **planu odtwarzania/nawadniania torfowisk** w lasach w oparciu o wiedzę ekspertów,
- Ochrona **węgla**, który jest zabezpieczony w torfowiskach.

Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa w ramach programu  
Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą  
***Spółeczna odpowiedzialność nauki – Popularyzacja nauki i promocja sportu,***  
nr projektu SONP/SP/546432/2022,  
kwota dofinansowania 112 920,00 zł, całkowita wartość projektu 125 640,00 zł.



Wydział Nauk  
Geograficznych i Geologicznych