



Plan  
Strategiczny dla  
Wspólnej  
Polityki  
Rolnej  
na lata 2023-2027



Krajowa  
Sieć  
Obszarów  
Wiejskich +

**PODR**  
POMORSKI OŚRODEK  
DORADZTWA ROLNICZEGO  
W LUBANIU

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



# Skanowanie gleby (skaner Gamma). Indeksy wegetacji

## Adam Ekielski

„Innowacyjne technologie ukierunkowane na racjonalne gospodarowanie składnikami nawozowymi w celu poprawy żyzności gleb oraz ich retencji wodnej”

Lubań, 07.11.2025 r.

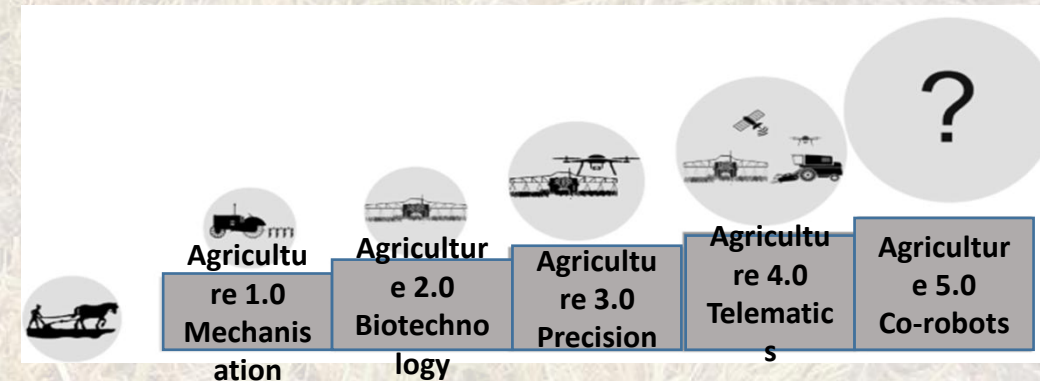


# Współczesne wyzwania dotyczące skanowania gleby

## 1. Ocena zasobności i kondycji gleby .



***Dokładny pomiar stanu gleby wymaga dużej liczby punktów pomiarowych .***





# Pomiary zasobności gleby

## *Funkcja gleby*

### **Fizjologiczna funkcja gleby:**

Dostarcza wodę, składniki odżywcze, powietrze i ciepło do korzeni rośliny.

### **Technologiczna funkcja:**

Struktura gleby wpływa na technologię uprawy, jej wykorzystanie.

**Zasobność gleby**

### **Fitosanitarne funkcje :**

Oddziaływanie szkodników i zanieczyszczeń gleby na zdrowie upraw.



# Pomiary zasobności gleby

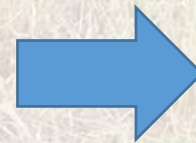
## Funkcja gleby

Jakie parametry gleby musimy sprawdzać.

Zawartość składników odżywczych w glebie, pH

Zawartość dostępnej wody w glebie

Teksturę i gęstość gleby



### Podstawowe składniki odżywcze gleby

- Azot
- Potas
- Fosfor
- Mikroelementy
- Humus



Zawartość składników odżywczych w glebie mierzy się do głębokości 30 cm.

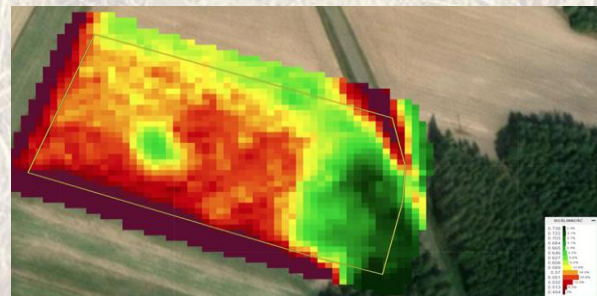
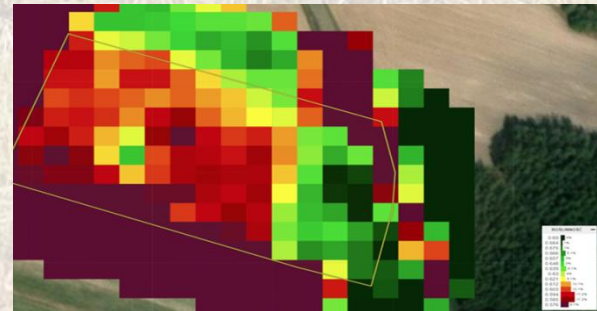


# Pomiary zasobności gleby

## Współczesna technika pomiarowa



Pobieranie próbek



### Mapa potencjału zasobności siedlisk:

- Pomiar składu gleby (skład chemiczny),
- Pomiar struktury gleby (właściwości fizyczne),
- Mapa plonowania,
- **Wskaźniki odbiciowe podczas wegetacji roślin (NDVI,...)**

### Najważniejsze wyzwania

- Wybór odpowiednich wskaźników stanu upraw (NDVI, NDRE, EVI, VHI, SAVI, LAI, LSWI, NDWI, ChlRe, NBR).
- Wybór odpowiedniej dokładności pomiarów.

Vegetation Index	Formula	Usable Bands
RVI(Ratio Vegetation Index)	$RVI = \frac{NIR}{RED}$	NIR, RED [26]
NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)	$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$	NIR, RED [26]
NDWI(Normalized Difference Water Index)	$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$	NIR, SWIR
SAVI(Soil Adjusted Vegetation Index)	$SAVI = \frac{(1 + L)(NIR - RED)}{NIR + RED + L}$	NIR, RED [26]
TVI (Triangular Vegetation Index)	$TVI = 0.5(120(NIR - GREEN)) - 200(RED - GREEN)$	NIR, RED, GREEN [26]
TNDVI(Transformed Normalized Difference Vegetation Index)	$TNDVI = \left[ \left( \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \right) + 0.5 \right]^{1/2}$	NIR, RED [26]



# Pomiary zasobności gleby

## Współczesna technika pomiarowa



Pionowe penetrometry stożkowe mierzą opór penetracji (wytrzymałość gleby).

<https://de.eijkelkamp.com/>



Półautomatyczne penetrometry stożkowe

[adam\\_ekielski@sggw.edu.pl](mailto:adam_ekielski@sggw.edu.pl)

## Mapa potencjału zasobności siedlisk:

- Pomiar składu gleby (skład chemiczny),
- **Pomiar struktury gleby (właściwości fizyczne),**
- Mapa plonowania,
- Wskaźniki odbiciowe podczas wegetacji roślin (NDVI,...)



Sensor elektromagnetyczny do badania zwięzłości gleby (Kamień Śląski, 2022)



# Pomiary zasobności gleby

## Współczesna technika pomiarowa

**Przyszłość:** Prawdopodobnie w ciągu kilku lat Unia Europejska wprowadzi wymóg oceny zmian zawartości węgla w glebie.

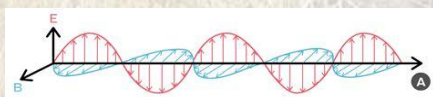
**Teraz:** Rolnictwo regeneracyjne.

**Problem:** Szybka ocena składu gleby

**Mapa potencjału zasobności siedlisk:**

- Pomiar składu gleby (skład chemiczny),
- Pomiar struktury gleby (właściwości fizyczne),
- Mapa plonowania,
- Wskaźniki odbiciowe podczas wegetacji roślin (NDVI,...)

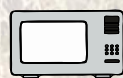
Electromagnetic



Electrical



Radar

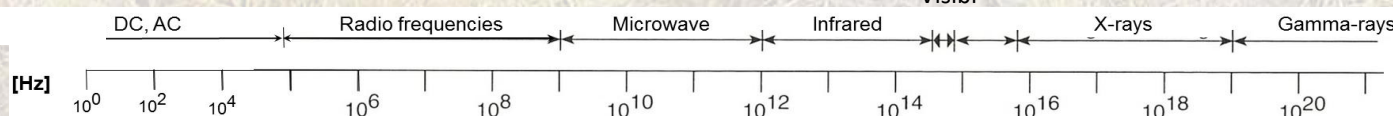


Optical



Visibl

Radioactive



**Spektrometria promieniowania Gamma**

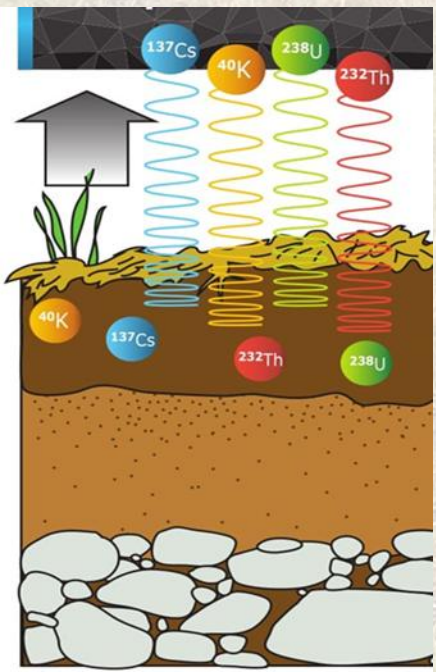
Wykorzystuje szczątkowe, naturalne promieniowanie gleby do oceny jej składu.

Wykorzystanie spektrometrii fal elektromagnetycznych do oceny stanu gleby, uprawy.

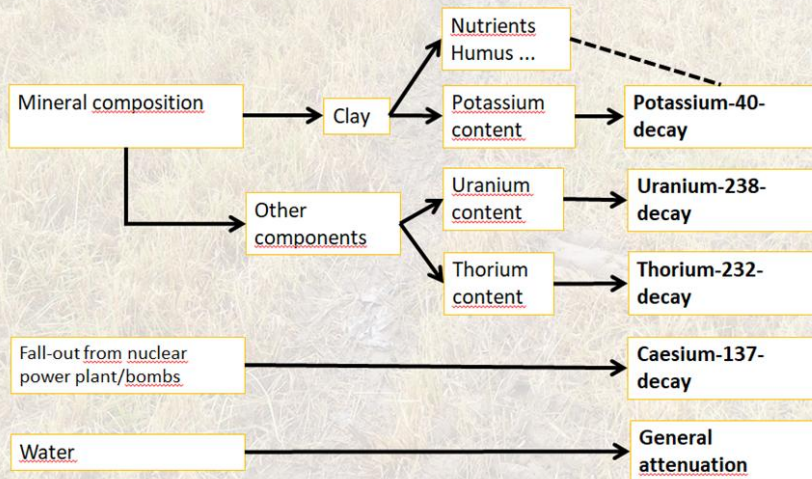


# Pomiary zasobności gleby

## Współczesna technika pomiarowa



How the Gamma-ray soil spectrometry: measuring principle  
Gamma-ray spectrometry: Relationship with soil properties



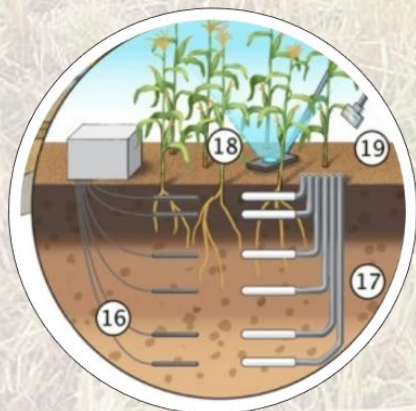
## Mapa potencjału zasobności siedlisk:

- Pomiar składu gleby (skład chemiczny),
- Pomiar struktury gleby (właściwości fizyczne),
- Mapa plonowania,
- Wskaźniki odbiciowe podczas wegetacji roślin (NDVI,...)

## Spektrometria promieniowania Gamma



Miernik promieniowania resztkowego (sensor Gamma)



Bezpośrednie mierniki zasobności gleby [adam.ekolski@sggw.edu.pl](mailto:adam.ekolski@sggw.edu.pl)



# Pomiary zasobności gleby

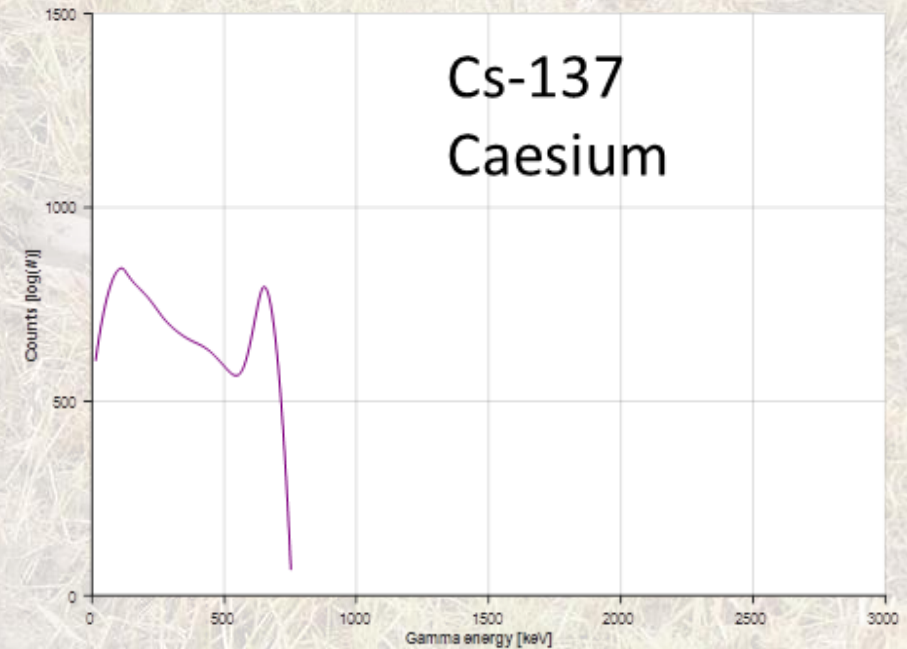
## Współczesna technika pomiarowa



Mapa przejazdów czujnika Gamma

### Mapa potencjału zasobności siedlisk:

- Pomiar składu gleby (skład chemiczny),
- Pomiar struktury gleby (właściwości fizyczne),
- Mapa plonowania,
- Wskaźniki odbiciowe podczas wegetacji roślin (NDVI,...)



Widmo naturalnego promieniowanie Cs-137



# Pomiary zasobności gleby

## Współczesna technika pomiarowa

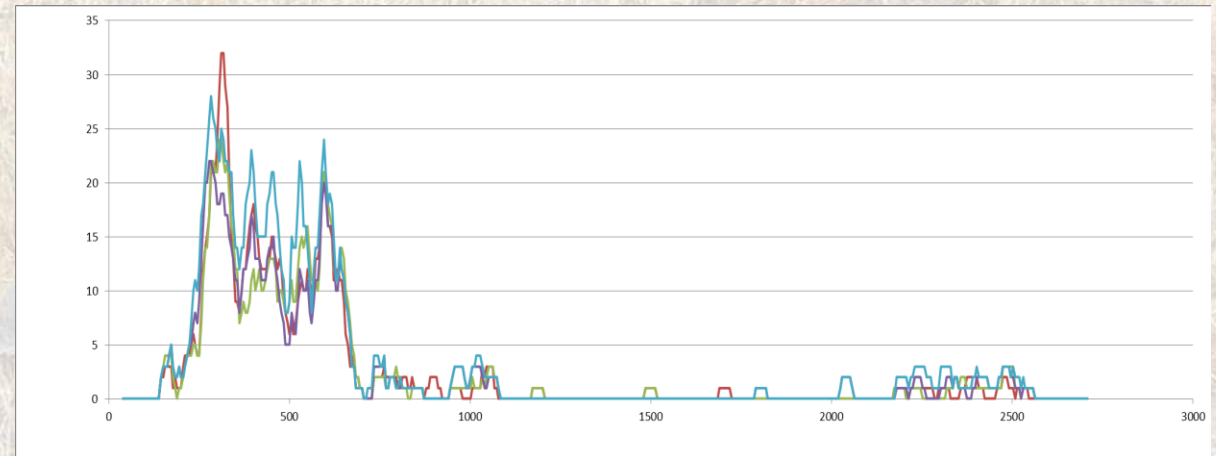


Punkty poboru próbek

### Mapa potencjału zasobności siedlisk:

- Pomiar składu gleby (skład chemiczny),
- Pomiar struktury gleby (właściwości fizyczne),
- Mapa plonowania,
- Wskaźniki odbiciowe podczas wegetacji roślin (NDVI,...)

L.p.	Opis	pH	Zs	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Mg	Ca
		w H <sub>2</sub> O	g NaCl/l	mg/kg gleby				
1.	Próba 1/1	7,2	0,13	51,8	23,3	43,9	73,8	520.
2.	Próba 1/2	6,6	0,16	50,9	18,0	95,3	50,9	288.
3.	Próba 1/3	6,4	0,13	49,0	16,5	93,6	63,0	274.



Weryfikacja laboratoryjna zasobności gleby

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
GPS							Position	Position					Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma
							(Horizontal	(Vertical			GPS	Gamma	Total	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma
1	Online	Satellites	Latitude	Longitude	Latitude	Altitude	al)	(Vertical)	Speed	Heading	Climb	Online	Counts	1	2	3	4	5	6	7
2	True	27	52.148426833	19.790038717	52.148426833		90,297	01,11,1997,17,02,2025	0,115	0	-0,054	True	47	0	0	0	0	0	0	0
3	True	10	52.148427733	19.79003875	52.148427733		90,243	01,12,1954,17,02,2025	0,1	0	-0,054	True	31	0	0	0	0	0	0	0
4	True	10	52.148428883	19.790038717	52.148428883		90,21	01,11,1997,17,02,2025	0,015	189,09	-0,033	True	45	0	0	0	0	0	0	0
5	True	10	52.14843075	19.790040567	52.14843075		90,163	01,11,1997,17,02,2025	0,243	0	-0,047	True	34	0	0	0	0	0	0	0
6	True	27	52.148426833	19.790038717	52.148426833		90,297	01,11,1997,17,02,2025	0,115	0	-0,054	True	47	0	0	0	0	0	0	0

Dane pomiarowe uzyskane z czujnika Gamma [adam\\_ekielski@sggw.edu.pl](mailto:adam_ekielski@sggw.edu.pl)



***Dziękuję za uwagę !!!***



*adam\_ekielski@sggw.edu.pl*