

Zastosowania i ograniczenia sejsmiki inżynierskiej w badaniach gruntów organicznych i ich podłoża



Szymon Ostrowski
Marcin Lasocki
Piotr Wilkołazki
Jakub Kocyła

Państwowy Instytut Geologiczny - PIB

Zadania:

- ❖ Rozpoznanie podłoża dla inwestycji drogowych
- ❖ Rozpoznanie geologiczne w celu projektowania przewiertów
- ❖ Badania podstawowe

Podstawowe cele badań:

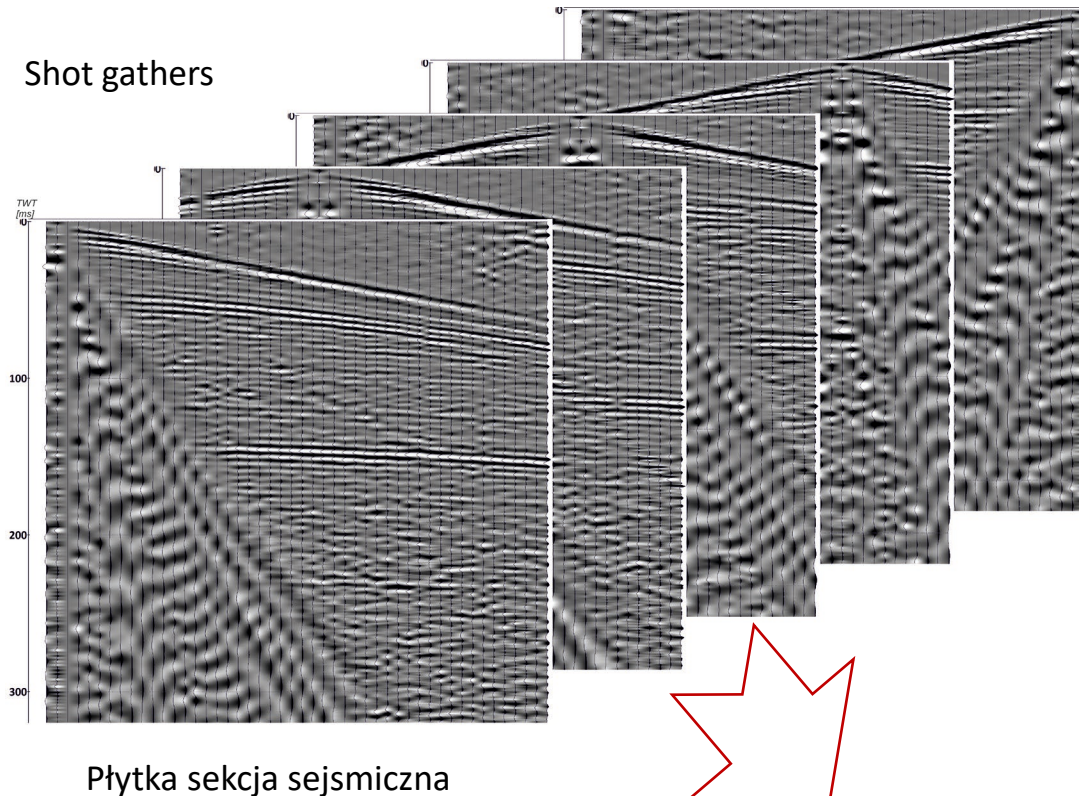
- ❖ Wyznaczenie granic gruntów organicznych
- ❖ Oszacowanie parametrów mechanicznych i ich zmienności
- ❖ Rozpoznanie granic geologicznych poniżej warstw gruntów organicznych
- ❖ Korelacje między otworami

Techniki sejsmiki inżynierskiej do wykorzystania w badaniach:

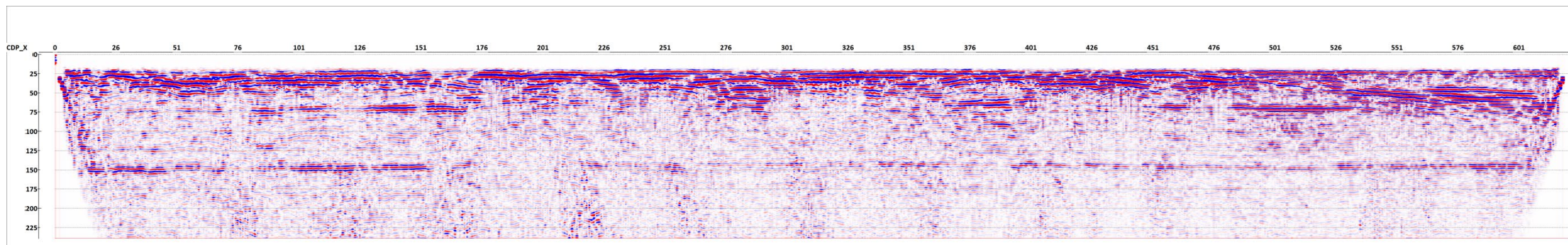
- ❖ Sejsmika refleksyjna fali P
- ❖ Sejsmika refrakcyjna (tomografia refrakcyjna fali P i fali S)
- ❖ Sejsmika fal powierzchniowych



Shot gathers



Płytką sekcja sejsmiczna



PŁYTKA SEJSMIKA REFLEKSYJNA - OCZEKIWANIA

Zastosowanie:

- Określenie głębokości położenia granic refleksyjnych
- Określenie zmienności horyzontalnej na przekroju
- Podstawa korelacji między otworami lub sondowaniami

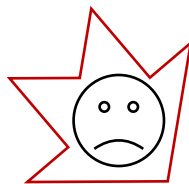
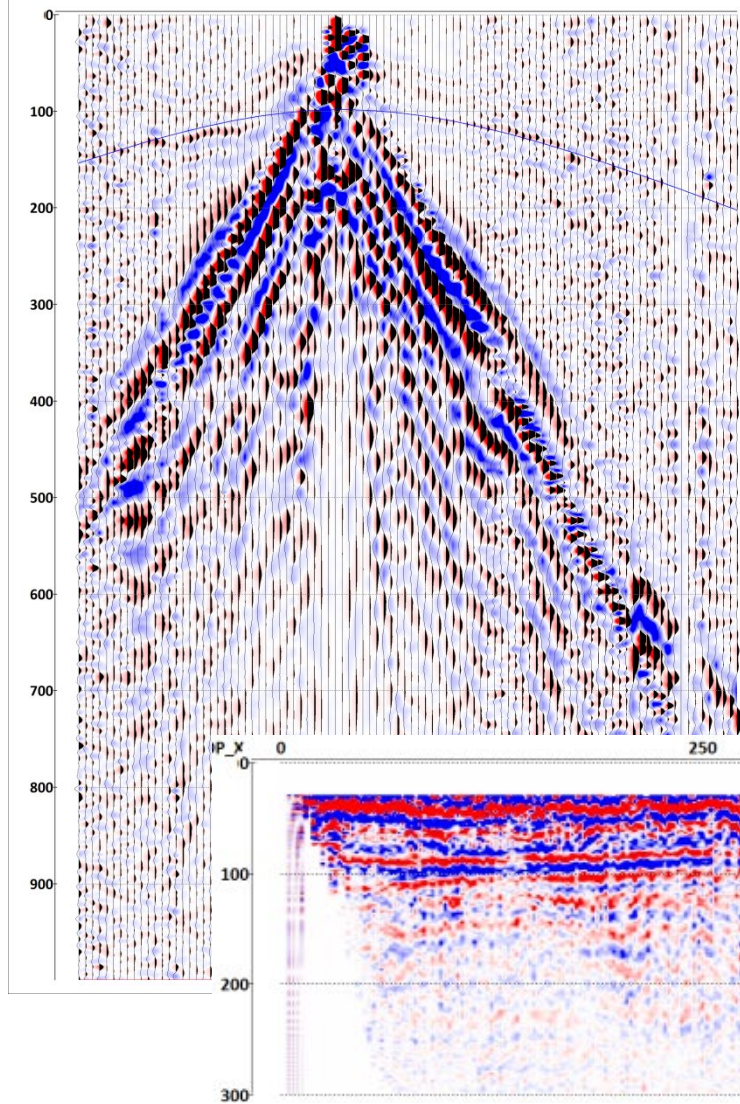
Spodziewane czynniki ułatwiające:

- Wyraźne kontrasty akustyczne, szczególnie w spągu gruntów organicznych
- Spodziewany brak strefy niskich prędkości
- Spodziewana dobra transmisja sygnału sejsmicznego

Spodziewane ograniczenia:

- Trudności z wprowadzeniem źródła
- Utrudniona logistyka

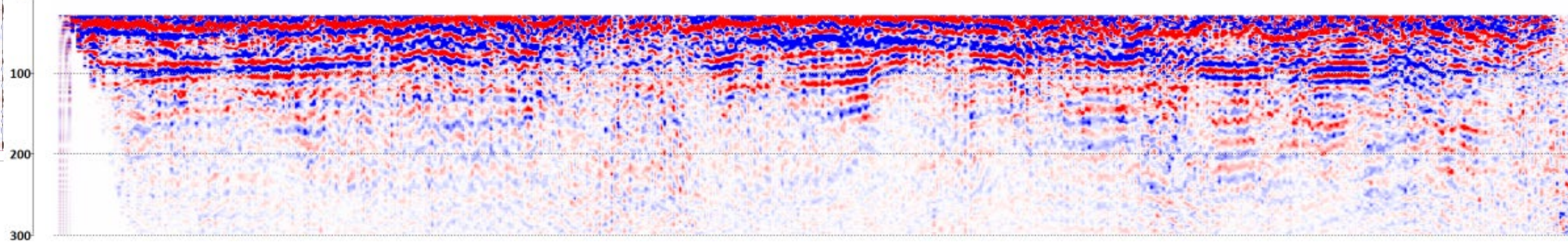
$t_0 = 98.3 \text{ ms}$ $v = 1.610 \text{ m/ms}$ $fi = 0.0$



PŁYTKA SEJSMIKA REFLEKSYJNA - EFEKTY

- Horyzonty refleksyjne sporadycznie widoczne na zapisach
 - Silne tłumienie fali P przez ośrodek gruntowy
 - Silne wielokrotne
 - Wymagane silne źródło
 - Niespodziewana zmienność warunków w warstwie gruntów organicznych
- Marginalna przydatność wyników badań

500 750 1000



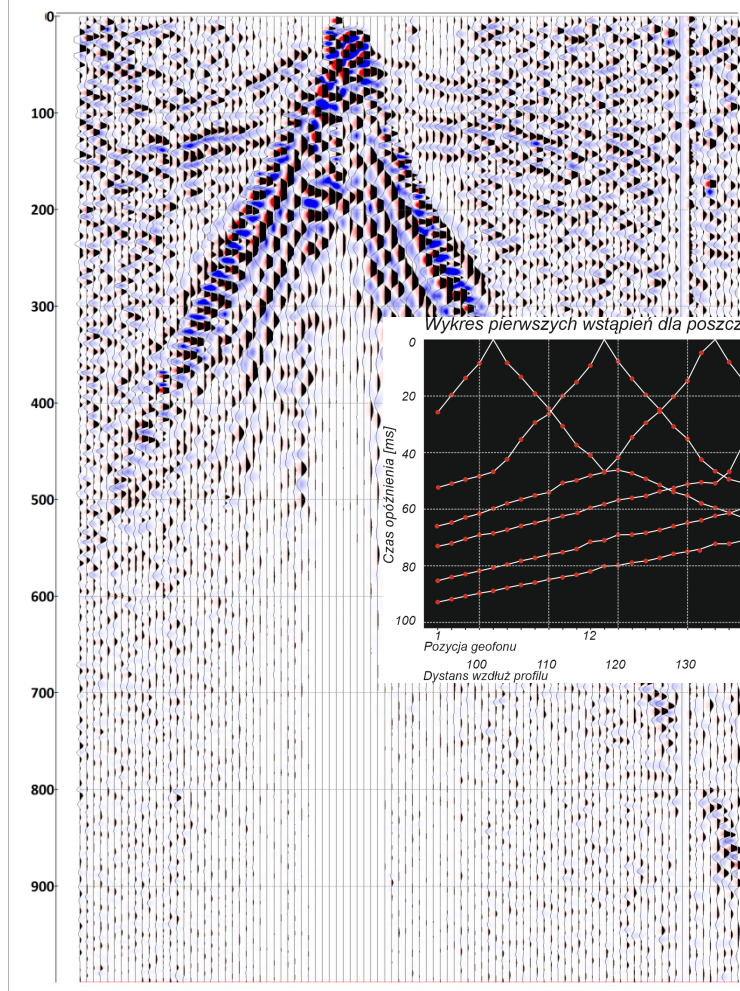
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

GeSym²⁰²²



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

t0 = 98.3 ms v = 1.610 m/ms fi = 0.0



SEJSMICZNA TOMOGRAFIA REFRAKCYJNA FALI P OCZEKIWANIA

Zastosowanie:

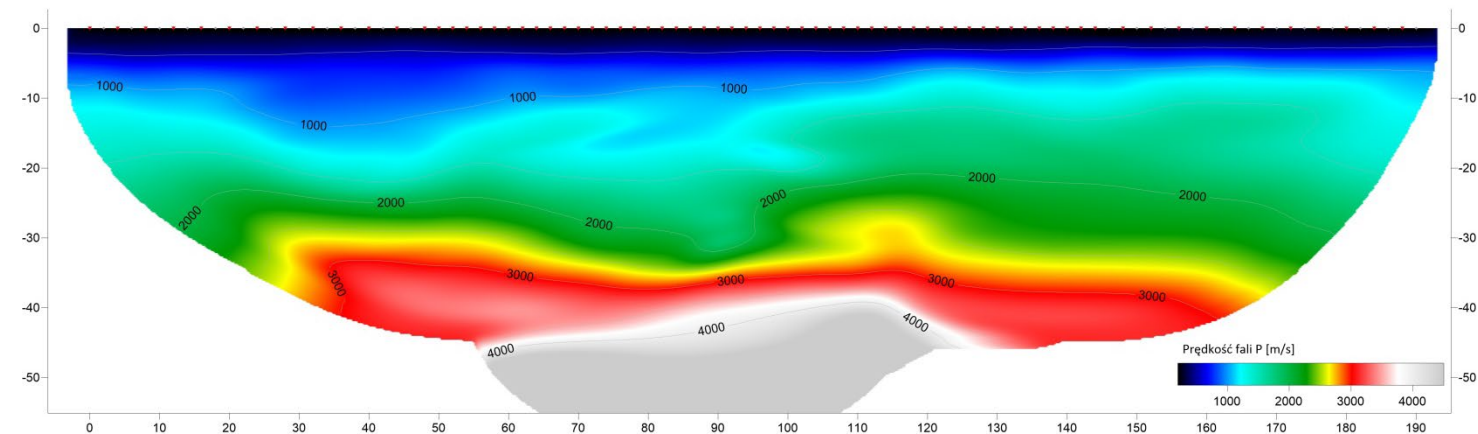
- Przestrzenny rozkład wartości prędkości fali P w ośrodku
- Wyznaczenie granic sejsmicznych na podstawie gradientów pola prędkości
- Określenie zmienności horyzontalnej na przekroju i wsparcie w korelacji między otworami

Spodziewane czynniki ułatwiające:

- Brak problemów logistycznych (lekkie źródło)
- Spodziewana dobra transmisja sygnału sejsmicznego

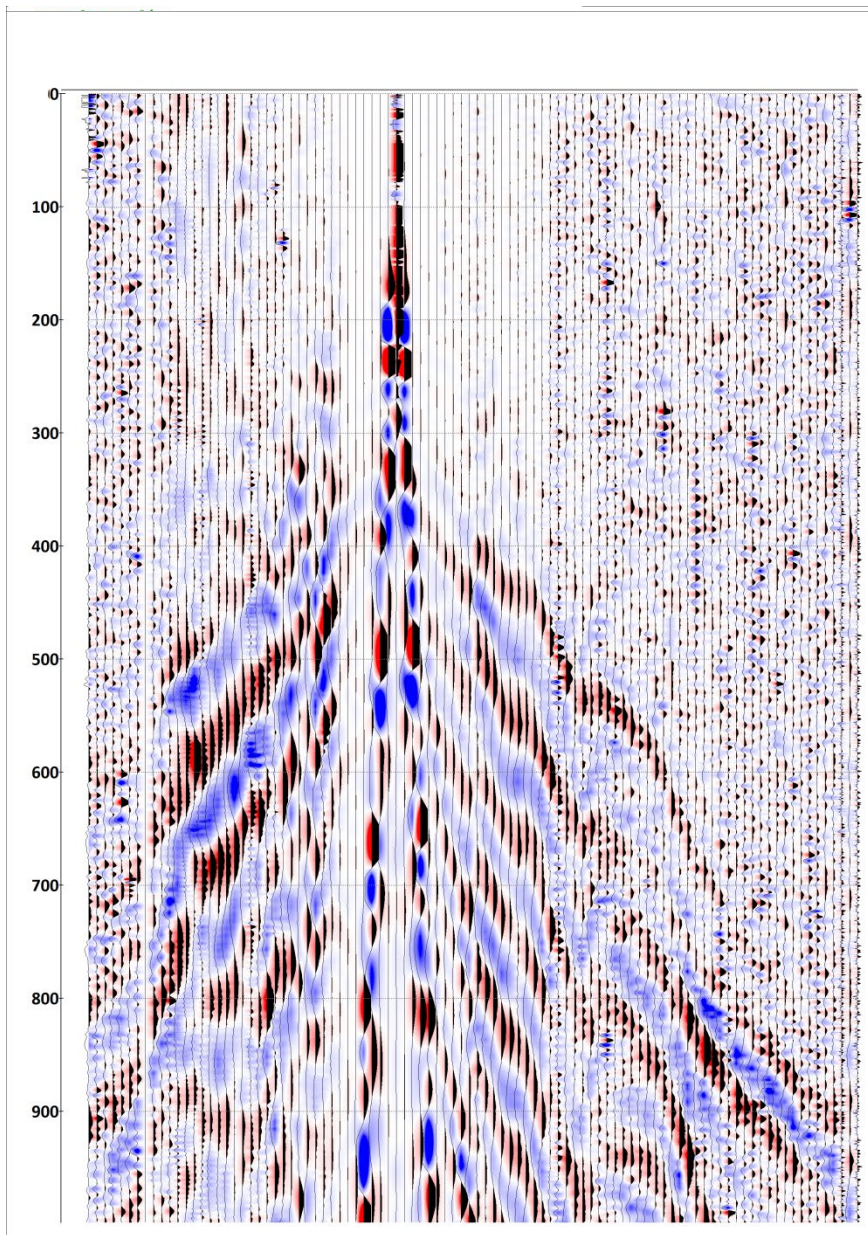
Spodziewane ograniczenia:

- Mała różnica wartości V_p w spągu gruntów organicznych



SEJSMICZNA TOMOGRAFIA REFRAKCYJNA FALI P EFEKTY

Trudności w identyfikacji składników pola falowego

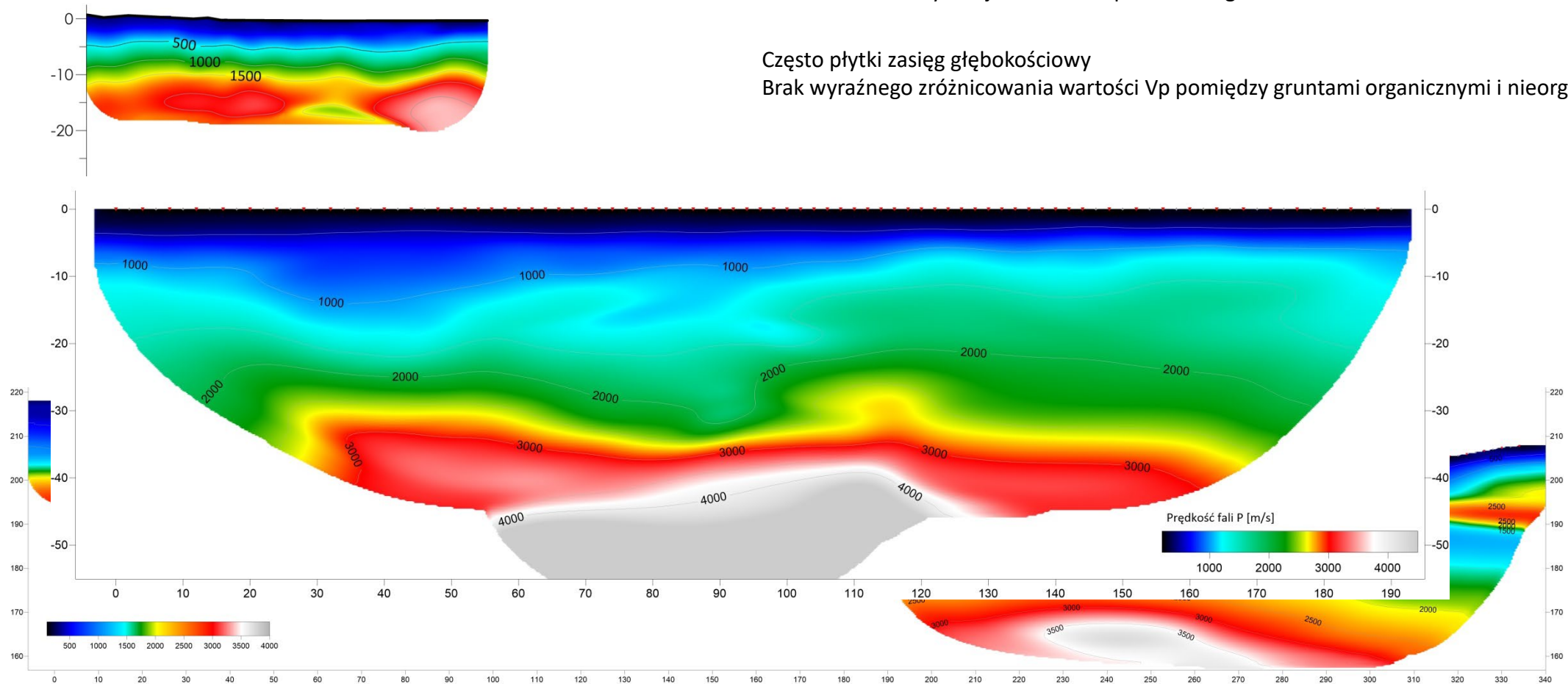


SEJSMICZNA TOMOGRAFIA REFRAKCYJNA FALI P EFEKTY

Trudności w identyfikacji składników pola falowego

Często płytki zasięg głębokościowy

Brak wyraźnego zróżnicowania wartości V_p pomiędzy gruntami organicznymi i nieorganicznymi



SEJSMICZNA TOMOGRAFIA REFRAKCYJNA FALI S OCZEKIWANIA

Zastosowanie:

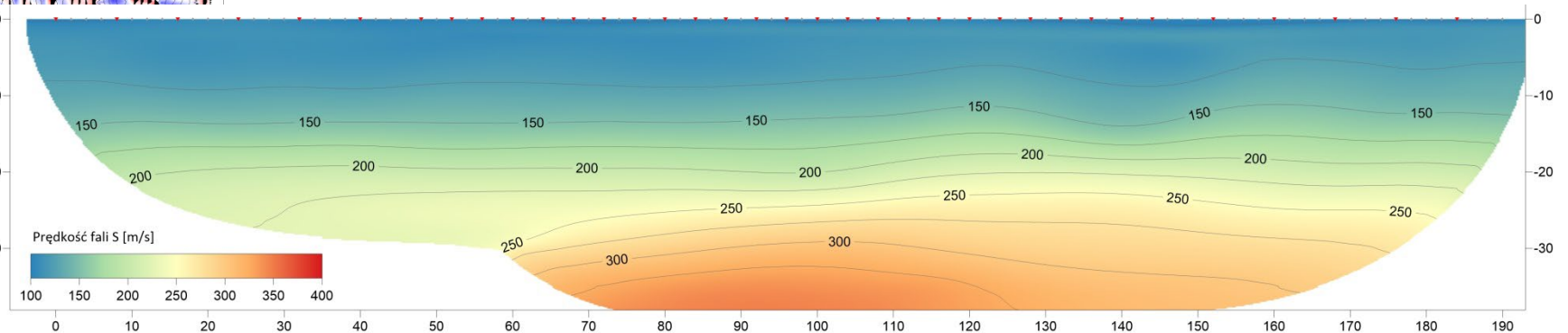
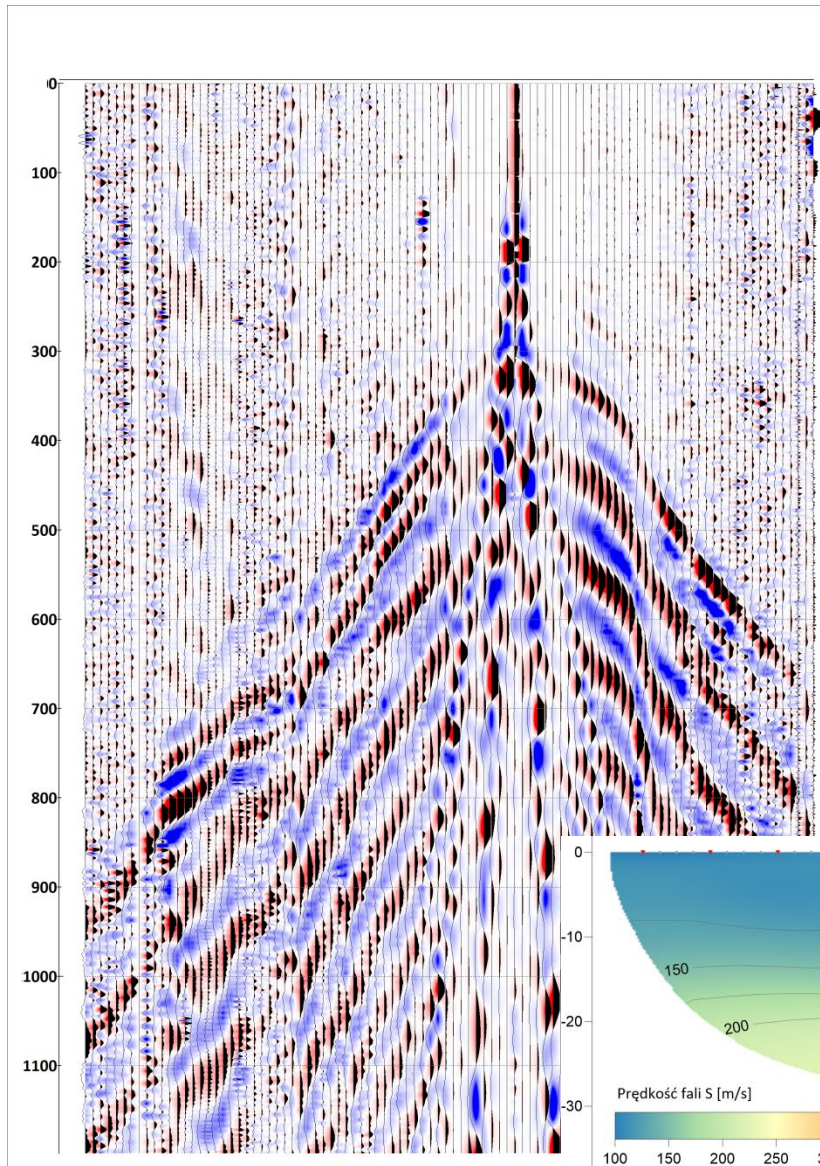
- Przestrzenny rozkład wartości prędkości fali S w ośrodku
- Wyznaczenie granic sejsmicznych na podstawie gradientów pola prędkości
- Określenie zmienności horyzontalnej na przekroju i wsparcie w korelacji między otworami

Spodziewane czynniki ułatwiające:

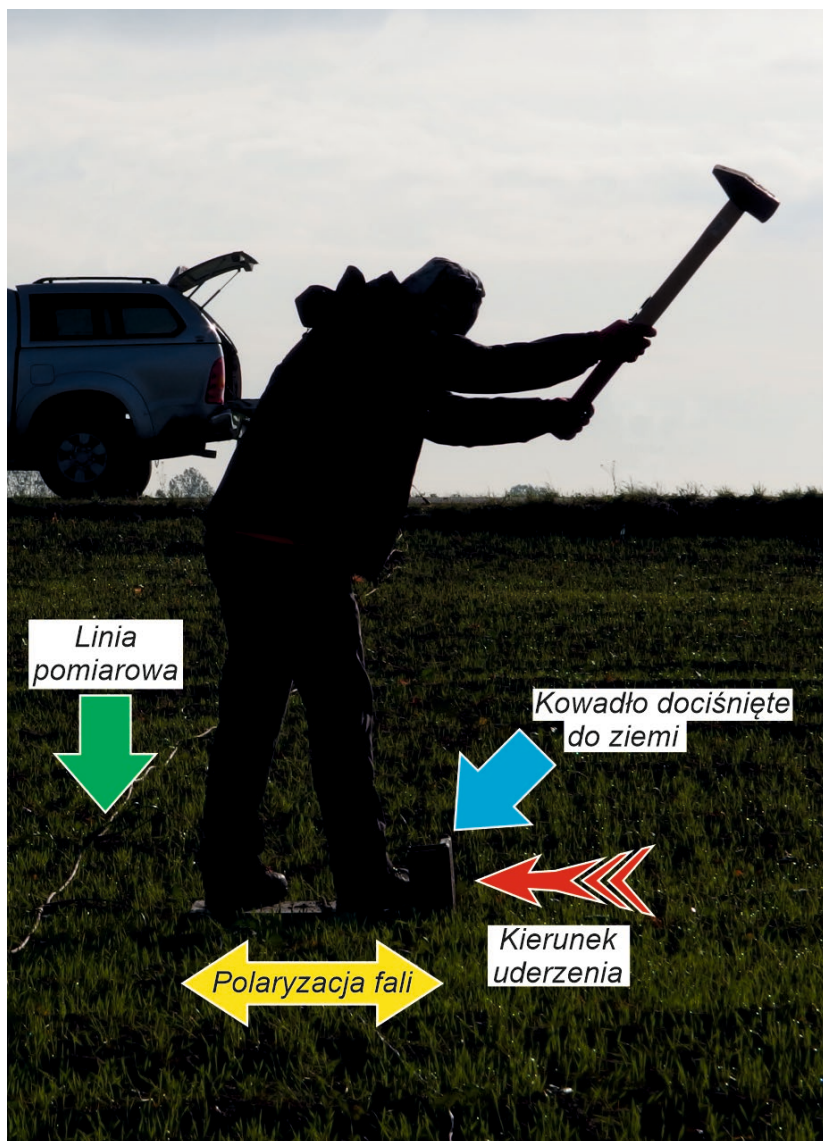
- Znaczna różnica wartości V_s pomiędzy gruntami organicznymi a nieorganicznymi
- Małe problemy logistyczne (lekkie źródło)

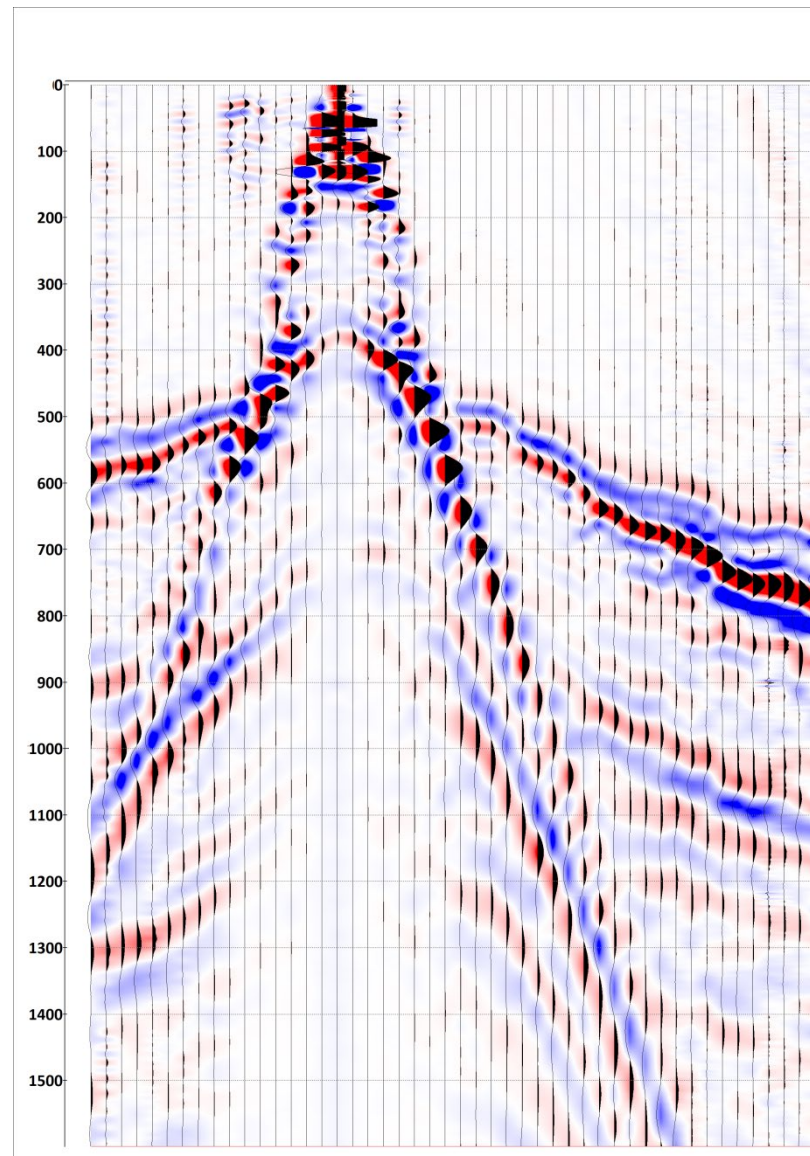
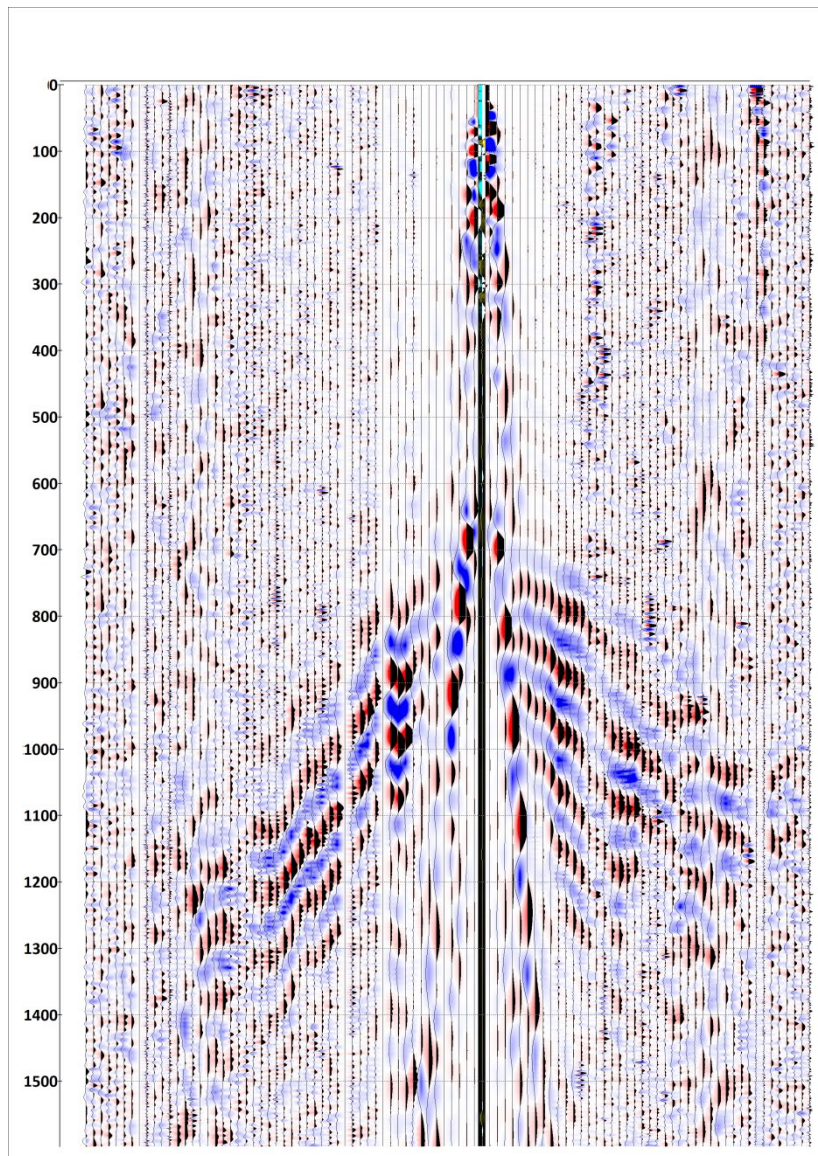
Spodziewane ograniczenia:

- Nieznane parametry transmisji sygnału sejsmicznego



GENERACJA FALI S W TERENIE



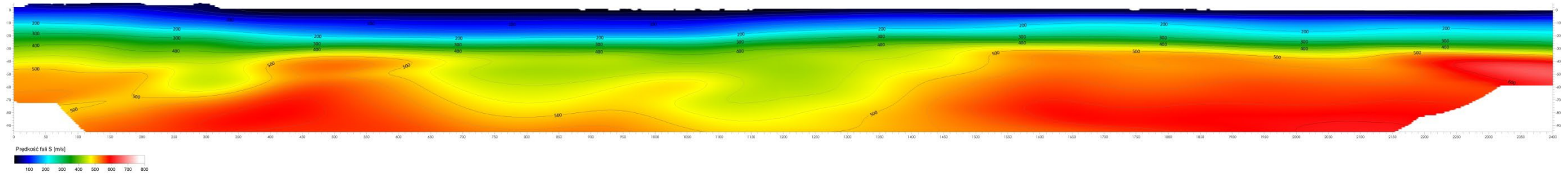


PRZYKŁADOWE ZAPISY FALI S

1. Torfy o miąższości około 15 m, 96 kanałów @5m
2. Namuty organiczne o miąższości około 5 m, 48 kanałów @2m

SEJSMICZNA TOMOGRAFIA REFRAKCYJNA FALI S EFEKTY

Przekrój wartości prędkości fali S
Sejsmiczna tomografia refrakcyjna

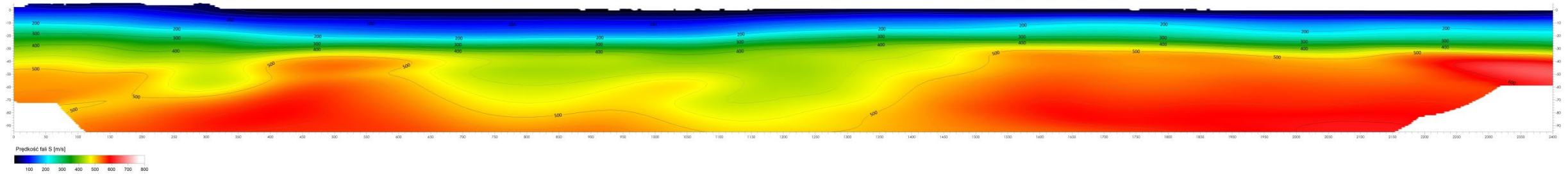


Zwykle jednoznaczna identyfikacja pierwszego wstąpienia fali S
Zasięg głębokościowy większy niż w przypadku fali P
Wyraźne zróżnicowanie wartości Vs na granicach gruntów organicznych

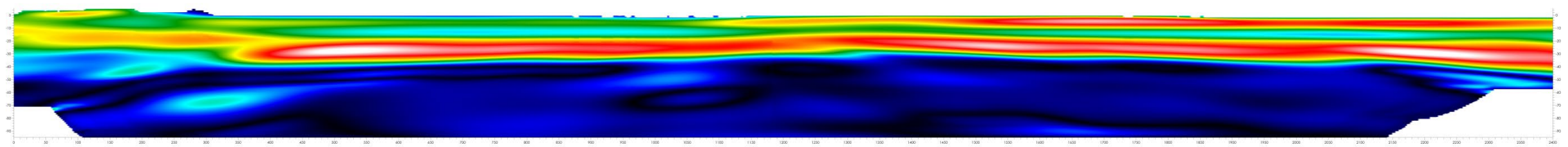
SEJSMICZNA TOMOGRAFIA REFRAKCYJNA FALI S EFEKTY

Przekrój wartości prędkości fali S

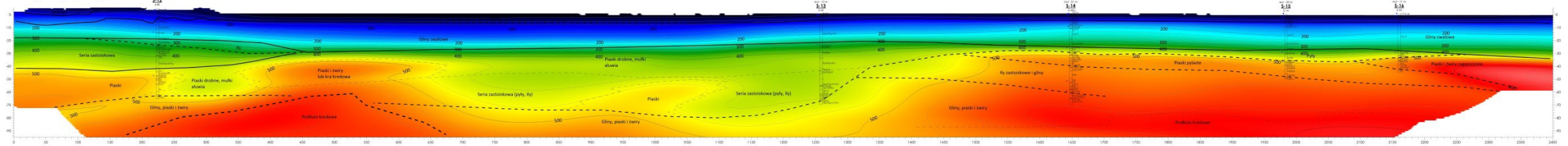
Sejsmiczna tomografia refrakcyjna

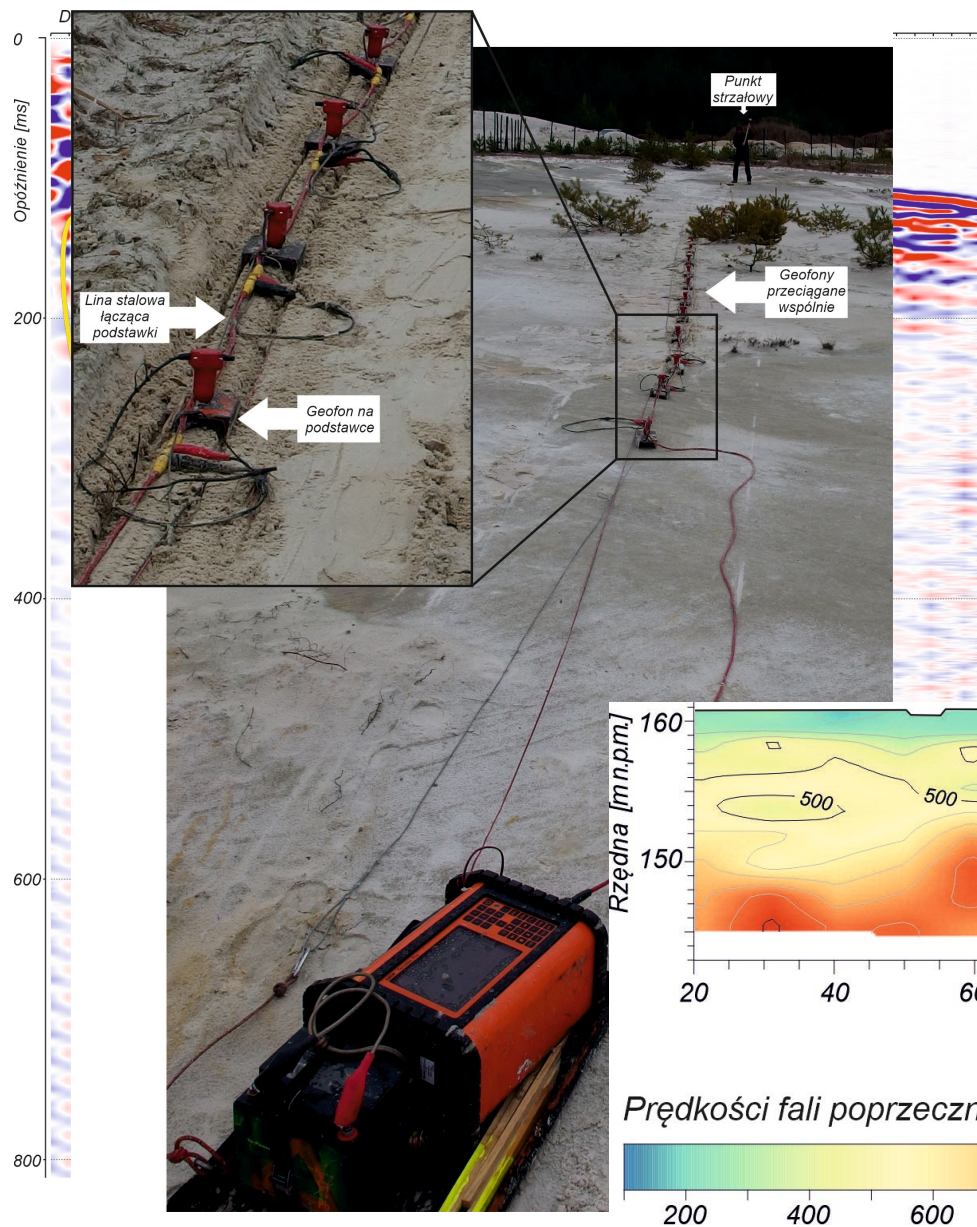


Gradient wartości prędkości fali S



Interpretacja geologiczna





SEJSMIKA FAL POWIERZCHNIOWYCH (WIELOKANAŁOWA ANALIZA FAL POWIERZCHNIOWYCH - MASW) OCZEKIWANIA

Zastosowanie:

- Przestrzenny rozkład wartości prędkości fali S w ośrodku
- Wyznaczenie granic sejsmicznych na podstawie gradientów pola prędkości
- Określenie zmienności horyzontalnej na przekroju i wsparcie w korelacji między otworami

Spodziewane czynniki ułatwiające:

- Znaczna różnica wartości V_s pomiędzy gruntami organicznymi a nieorganicznymi
- Łatwość wykonania badań w terenie (mały układ pomiarowy, lekkie źródło)

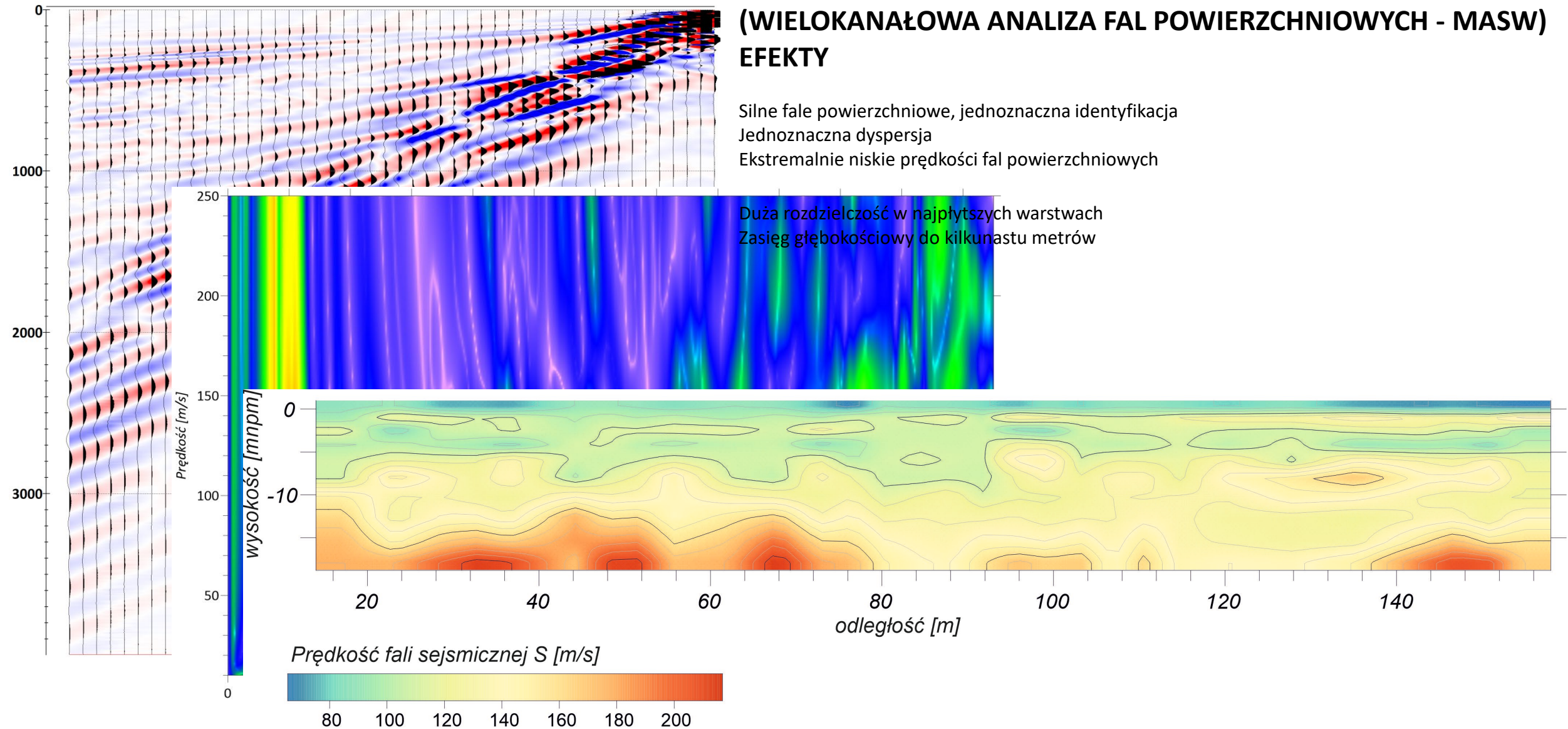
Spodziewane ograniczenia:

- Mała głębokość rozpoznania

SEJSMIKA FAL POWIERZCHNIOWYCH (WIELOKANAŁOWA ANALIZA FAL POWIERZCHNIOWYCH - MASW) EFEKTY

Silne fale powierzchniowe, jednoznaczna identyfikacja
Jednoznaczna dyspersja
Ekstremalnie niskie prędkości fal powierzchniowych

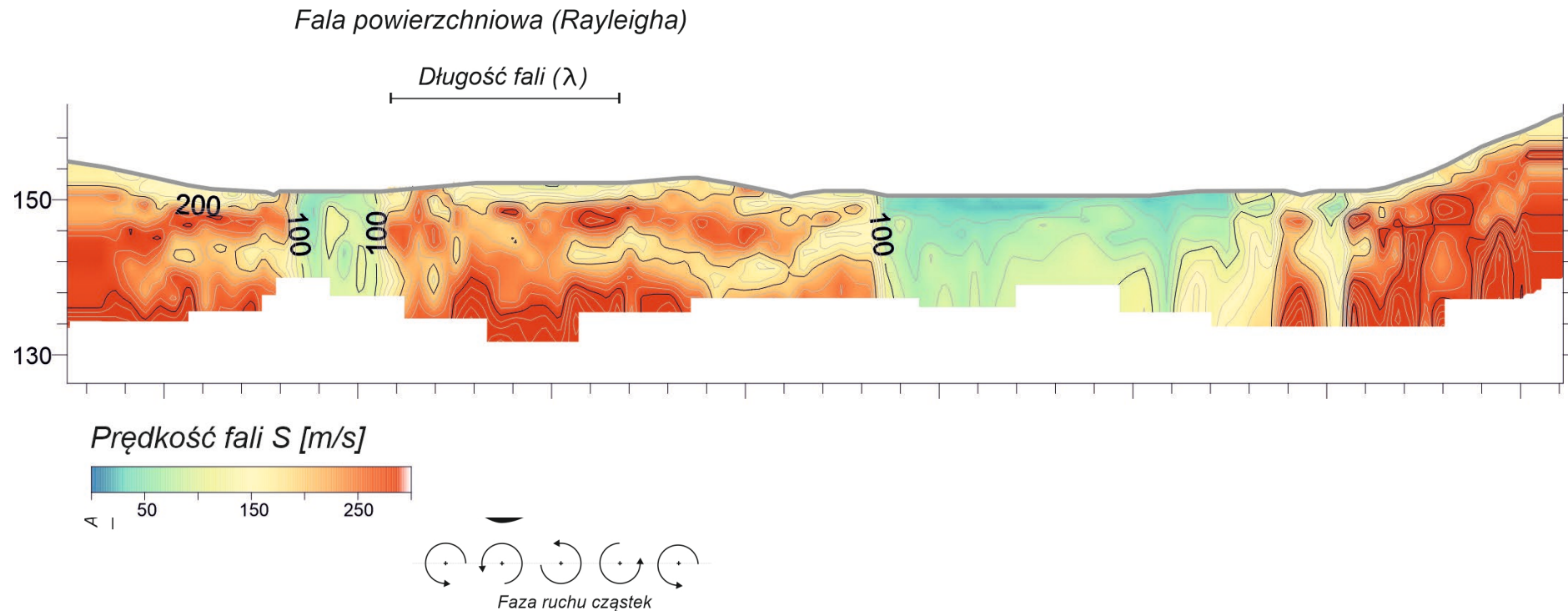
Duża rozdzielczość w najpłytszych warstwach
Zasięg głębokościowy do kilkunastu metrów



SEJSMIKA FAL POWIERZCHNIOWYCH (WIELOKANAŁOWA ANALIZA FAL POWIERZCHNIOWYCH - MASW) PROBLEMY

Rzeczywisty zasięg głębokościowy w gruntach organicznych jest mały (rzędu kilku metrów)

Zawyżone wartości Vs w stosunku do techniki SRT-S



WNIOSKI

- ❖ Fala P jest silnie tłumiona w gruntach organicznych co jest związane z obecnością pęcherzyków gazu
- ❖ Zastosowanie technik sejsmicznych wykorzystujących falę S pozwala na lepsze rozpoznanie warstw gruntów organicznych i ich podłoża niż techniki oparte na wykorzystaniu fali P
- ❖ Sejsmiczna tomografia refrakcyjna pozwala na osiągnięcie stosunkowo dużej głębokości rozpoznania, jednak charakteryzuje się słabą rozdzielczością w warstwach przypowierzchniowych
- ❖ Technika analizy fal powierzchniowych (MASW) pozwala na uzyskanie przekrojów prędkościowych o wysokiej rozdzielczości, jednak ich zasięg głębokościowy w gruntach organicznych jest mały. W przypadku stosowania tej techniki kluczowe jest prawidłowe określenie maksymalnej głębokości rozpoznania

Dziękuję za uwagę

Prezentacja została przygotowana w ramach zadania „Kompleksowe, geofizyczne rozpoznanie wybranych dolin kopalnych na terenie Polski w aspekcie genetycznym, przestrzennym i złożowym” realizowanego na zlecenie Ministerstwa Klimatu i Środowiska oraz finansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

26-29 września 2022 r.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

GeoSym²⁰²²

Europejskie Centrum Edukacji Geologicznej
w Chęcinach



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej