

LOKALIZOWANIE ZAWILGOCEŃ W NAWIERZCHNIACH DROGOWYCH METODĄ GEORADAROWĄ



OPRACOWAŁA: DR INŻ. MAŁGORZATA RUSZCZAK



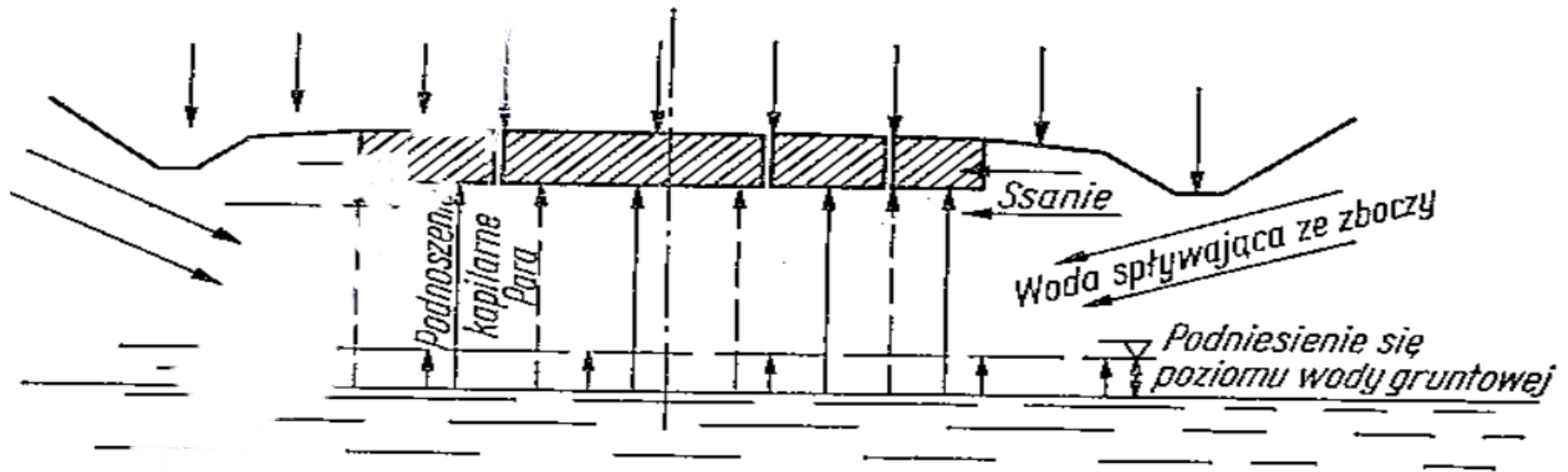
STRABAG
TEAMS WORK.



PLAN PREZENTACJI

1. Źródła zawilgoceń w nawierzchniach drogowych
2. Zagrożenia wynikające z obecności zawilgoceń w nawierzchniach drogowych
3. Sposoby lokalizowania zawilgoceń w nawierzchniach drogowych
4. Lokalizowanie zawilgoceń w nawierzchniach drogowych na podstawie stałych dielektrycznych warstw
5. Lokalizowanie zawilgoceń w nawierzchniach drogowych na podstawie analizy częstotliwościowej fali elektromagnetycznej
6. Praktyczne zastosowanie map zawilgoceń opracowanych metodą georadarową

POWSTAWANIE ZAWILGOCIEŃ W KONSTRUKCJI DRÓG

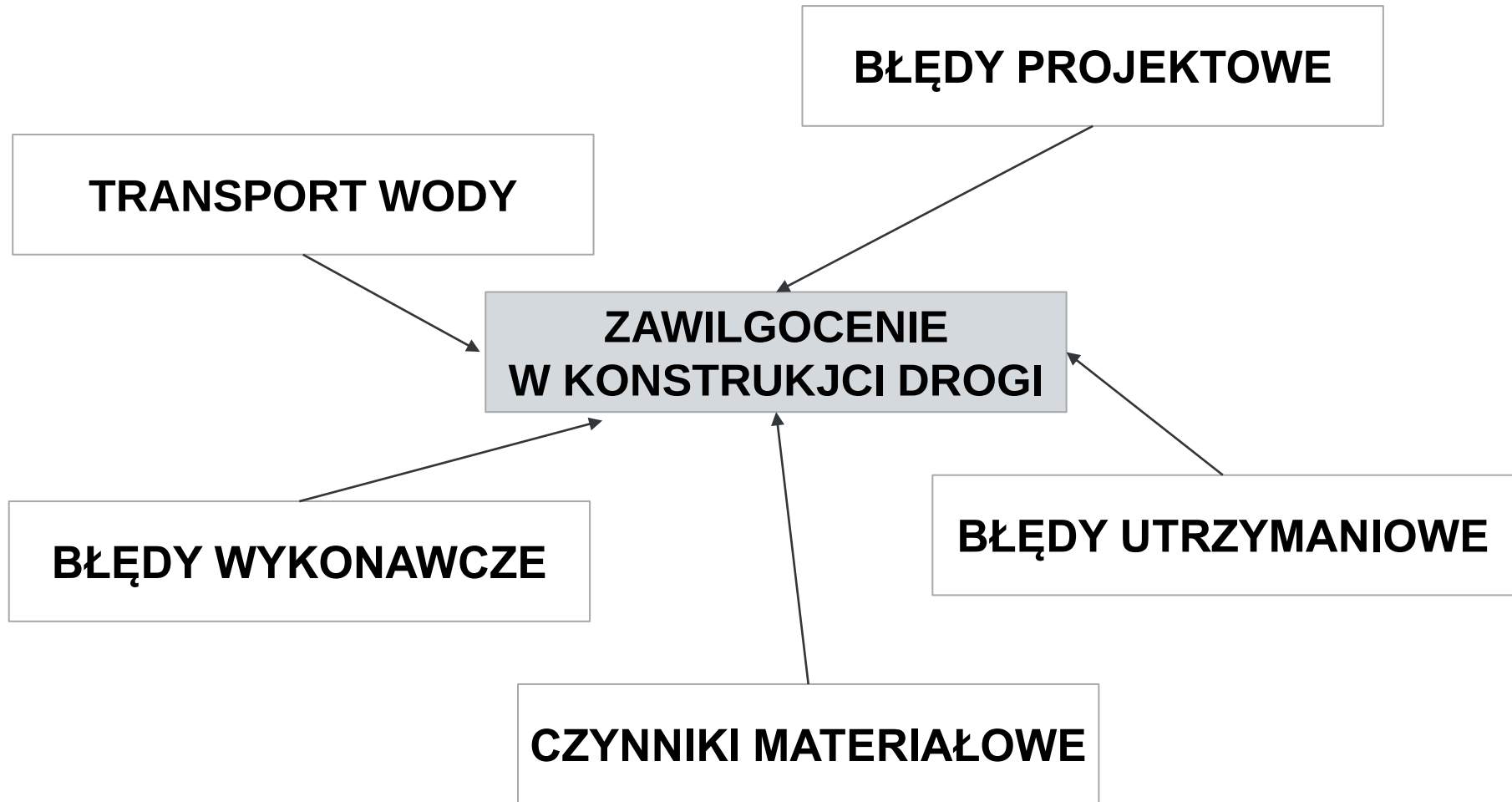


źródło: <https://budoprojekt.files.wordpress.com>

TRANSPORT WODY:

- **WODA Z OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH**
 - PRZESIAKANIE PRZESZCZELINAMI NAWIERZCHNI I POBOCZA
- **WODY GRUNTOWE**
 - PODNOSZENIE KAPILARNE, PODNOSZENIE POZIOMU WÓD GRUNTOWYCH
- **WODA Z OTACZAJĄCEGO TERENU**
 - PRZESIAKANIE Z WARSTW POŁOŻONYCH WYŻEJ
- **WODY Z ROWÓW**

POWSTAWANIE ZAWILGOCENŃ W KONSTRUKCJI DRÓG



SCHEMAT POWSTAWANIA USZKODZEŃ NAWIERZCHNI WYNIKAJĄCYCH Z ZAWILGOCENÍ

**ZAMKNIĘTA W WARSTWIE WIĄŻĄCEJ CZY PODBUDOWIE WODA ODMYWA
LEPISZCZE Z KRUSZYWA** (ZIMĄ DODATKOWO NIEKORZYSTNE DZIAŁANIE MROZU)



BRAK WŁAŚCIWEGO PRZENOSZENIA OBCIĄŻEŃ ROZCIĄGAJĄCYCH



KONCENTRACJA NAPRĘŻEŃ W WARSTWIE ŚCIERALNEJ



USZKODZENIA WARSTWY ŚCIERALNEJ



WYRYWANIE ZIAREN KRUSZYWA PRZEZ KOŁA POJAZDÓW



KONCENTRACJA NAPRĘŻEŃ W MIEJSCACH ROZŁUŹNIONYCH



DALSZA DEGRADACJA NAWIERZCHNI

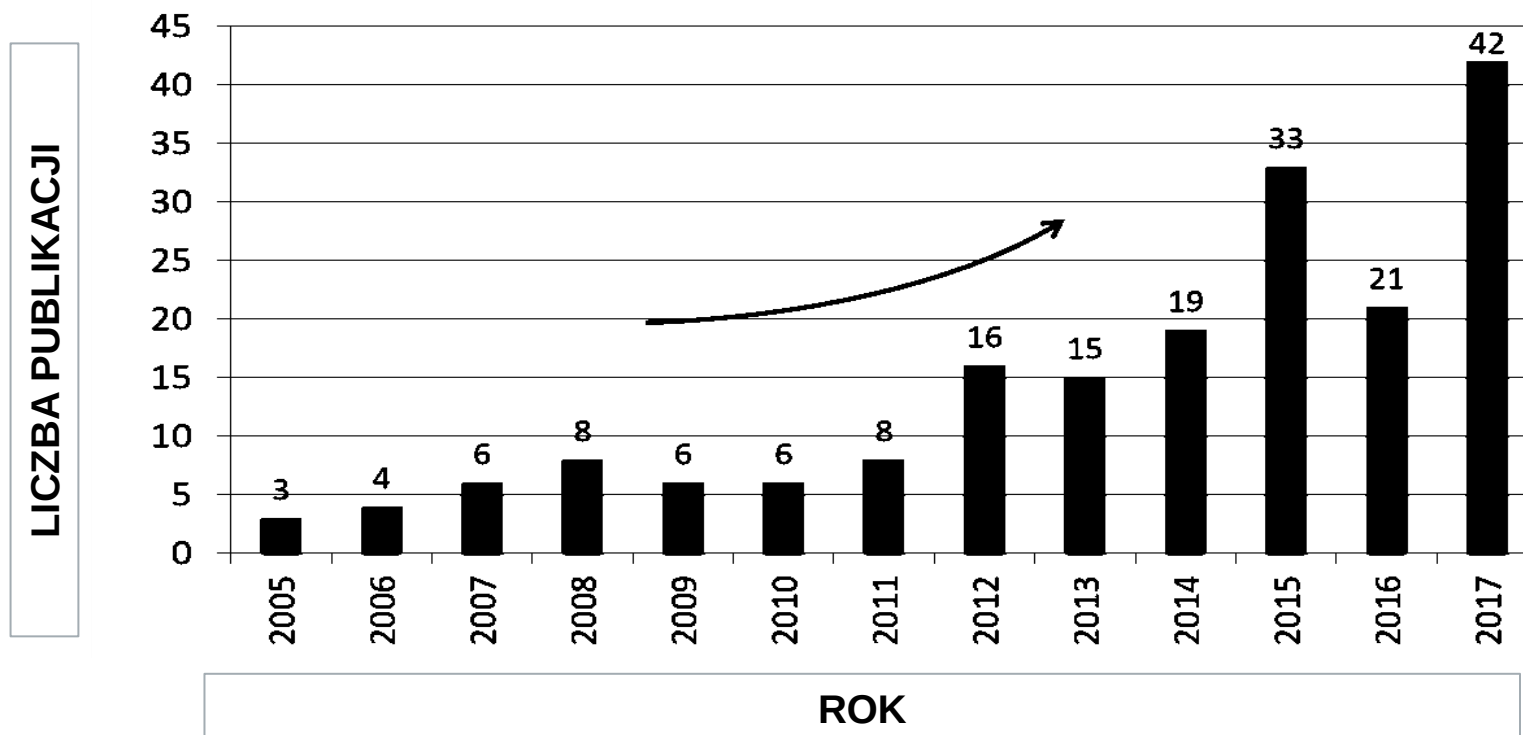
PRZYKŁADOWE USZKODZENIA NAWIERZCHNI WYNIKAJĄCE Z OBECNOŚCI ZAWILGOCEŃ



źródło: „Moisture damage in asphalt pavement, concept and fundamentals”, Silvia Caro, TRB Webinar, October 2018

TENDENCJE W BADANIACH NAUKOWYCH DOTYCZĄCYCH ZAWILGOCEŃ NAWIERZCHNI

LICZBA PUBLIKACJI NAUKOWYCH DOTYCZĄCYCH ZAWILGOCEŃ NAWIERZCHNI DROGOWYCH NA ROK



źródło: „Moisture damage in asphalt pavement, concept and fundamentals”, Silvia Caro, TRB Webinar, October 2018

SPOSOBY LOKALIZOWANIA ZAWILGOCEŃ W NAWIERZCHNIACH DROGOWYCH

NISZCZĄCE, POMIAR LOKALNY

ODKRYWKA, TEST CZERWONEJ WODY

ODWIERT, LABORATORYJNE BADANIE GRAWIMETRYCZNE

NIENISZCZĄCE, POMIAR LOKALNY

ROZPRASZANIE NEUTRONÓW

SONDA REFLEKTOMETRYCZNA

CZUJNIKI POJEMNOŚCIOWO-INDUKCYJNE

REZONANS MAGNETYCZNY

PODCZERWIEŃ

BADANIA SEJSMICZNE

TERMIKA

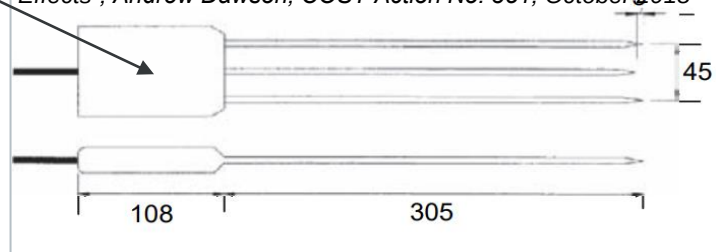
NIENISZCZĄCE, CIĄGLY POMIAR DŁUGICH ODCINKÓW

BADANIA GEORADAROWE

źródło: „Water in road structures. Movement, Drainage and Effects”, Andrew Dawson, COST Action No. 351, October 2018



źródło: „Water in road structures. Movement, Drainage and Effects”, Andrew Dawson, COST Action No. 351, October 2018



POMIARY GEORADAROWE POD KĄTEM LOKALIZOWANIA ZAWILGOCEŃ W KONSTRUKCJI DROGI

**JEDNO PROFILOWANIE (PRZEJAZD) NA
PAS GEORADAREM WIELOANTENOWYM**



**RÓWNOLEGŁE PROFILOWANIA
(PRZEJAZDY) JEDNĄ ANTENĄ**



**analiza częstotliwościowa fali
elektromagnetycznej**
propagującej przez ośrodek

**lokalizacja zawilgoceń w warstwie
oraz na granicach
międzywarstwowych**

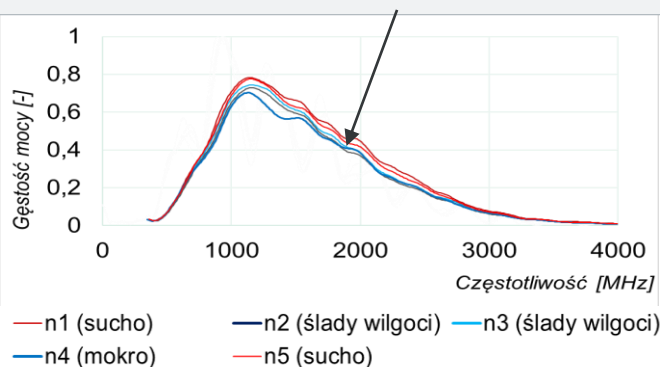
analiza stałych dielektrycznych
obliczanych na podstawie amplitud fal odbitych od granic
ośrodków propagacji

**lokalizacja zawilgoceń
w warstwie konstrukcji
nawierzchni**

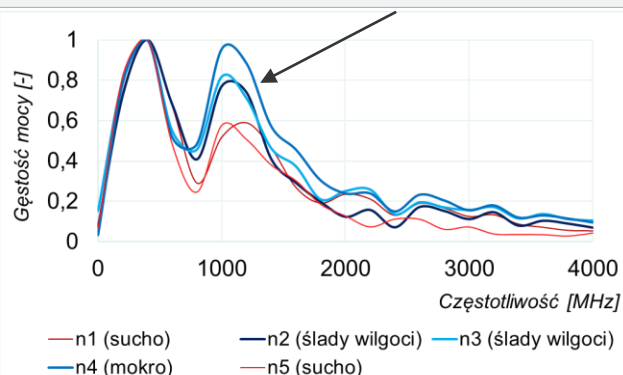
POMIARY GEORADAROWE POD KĄTEM LOKALIZOWANIA ZAWILGOCEŃ W KONSTRUKCJI DROGI

analiza częstotliwościowa fali elektromagnetycznej propagującej przez ośrodek

Woda znajdująca się w ośrodku silniej pochłania składowe
wysokoczęstotliwościowe



Fala odbija się z większą częstotliwością
od ośrodka o wyższej stałej dielektrycznej



analiza stałych dielektrycznych

obliczanych na podstawie amplitud fal odbitych od granic
ośrodków propagacji

ϵ_r powietrza = 1

·
·

ϵ_r mma suchej $\approx 2 - 4$

ϵ_r mma mokrej $\approx 6 - 12$

·
·
·
·
·

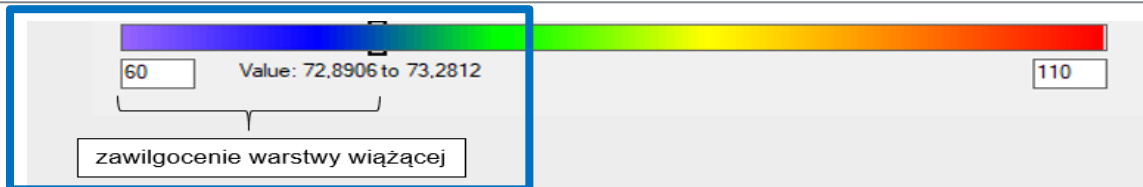
ϵ_r wody ≈ 80

POMIARY GEORADAROWE POD KĄTEM LOKALIZOWANIA ZAWILGOCEŃ W KONSTRUKCJI DROGI



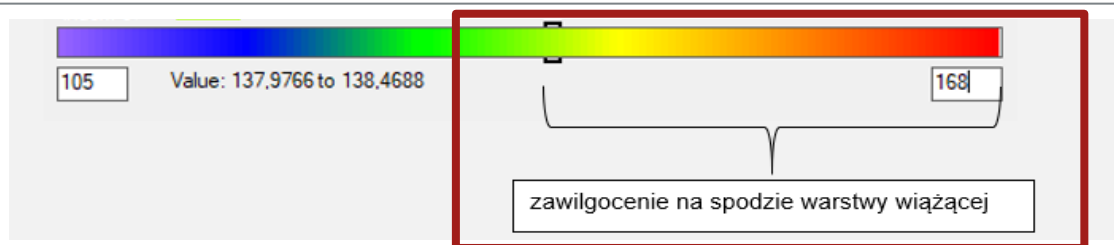
zawilgocenie warstwy

tłumienie częstotliwości wysokich fali elektromagnetycznej w szerokim oknie czasowym



zawilgocenie na granicy międzywarstwowej

wzrost częstotliwości wysokich fali elektromagnetycznej w wąskim oknie czasowym



zawilgocenie warstwy

wzrost stałych dielektrycznych warstw nawierzchni



ϵ_r powietrza = 1



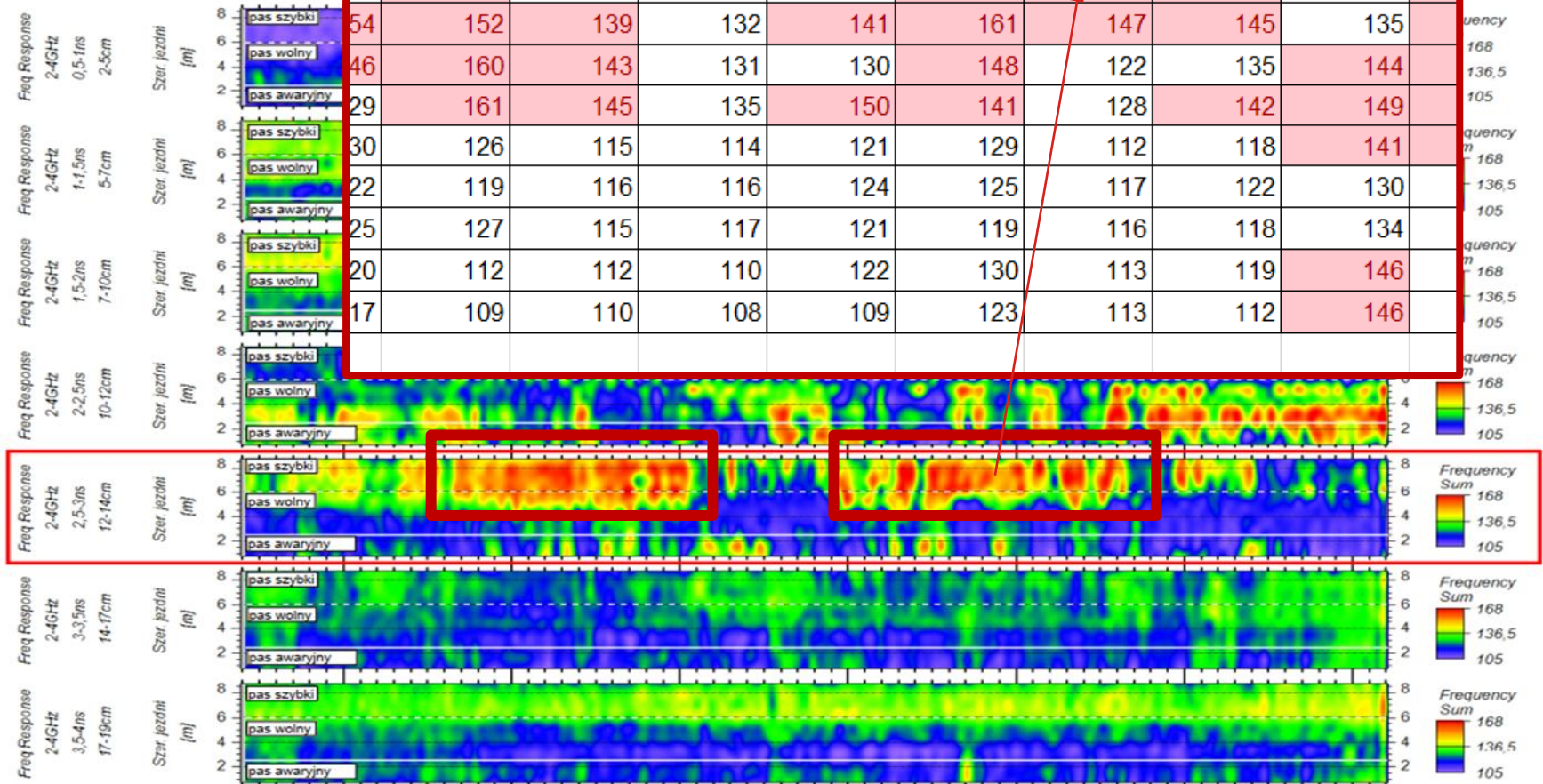
ϵ_r wody $\approx$ 80

$\epsilon_r = 4 \div 7,5$ – SUCHO

$\epsilon_r = 7,5 \div 12$ – MOKRO

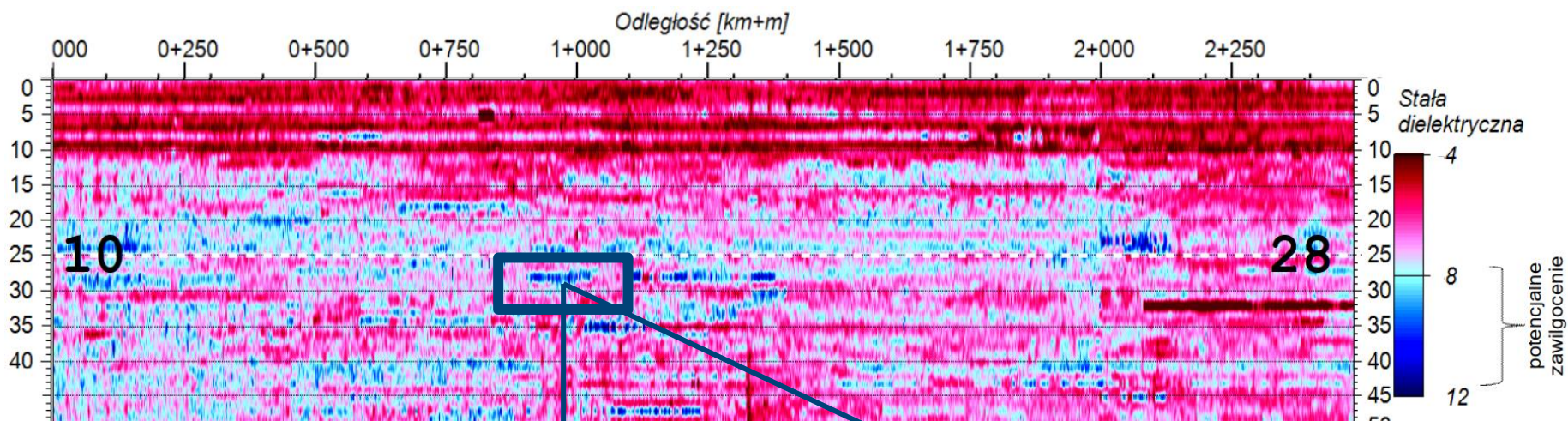
LOKALIZACJA ZAWILGOCEŃ NA GRANICACH MIĘDZYWARSTWOWYCH

MAPY ZAWILGOCEŃ 2D
W RAMCE GRANICA PO

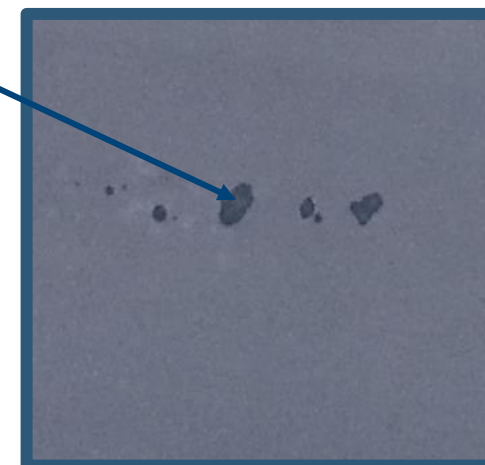


LOKALIZACJA ZAWILGOCEŃ W WARSTWACH NAWIERZCHNI

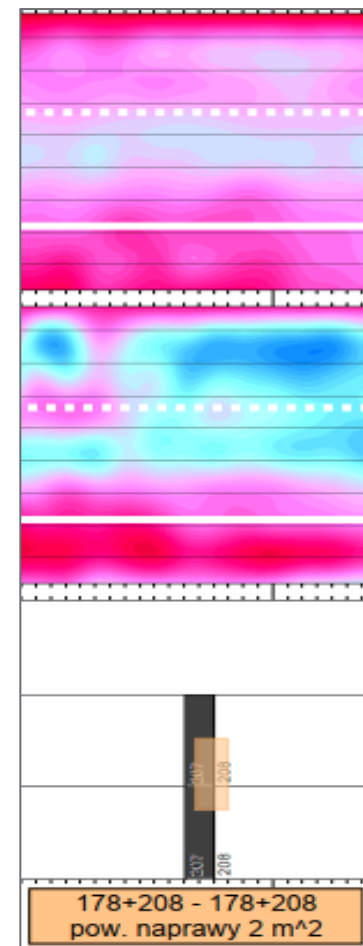
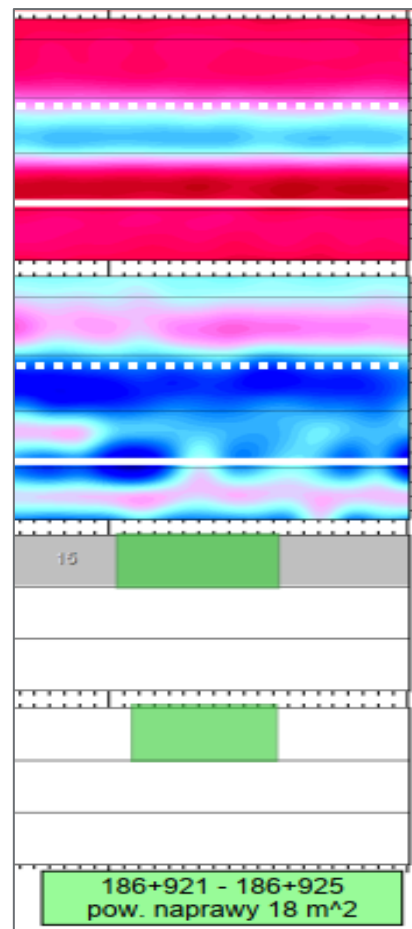
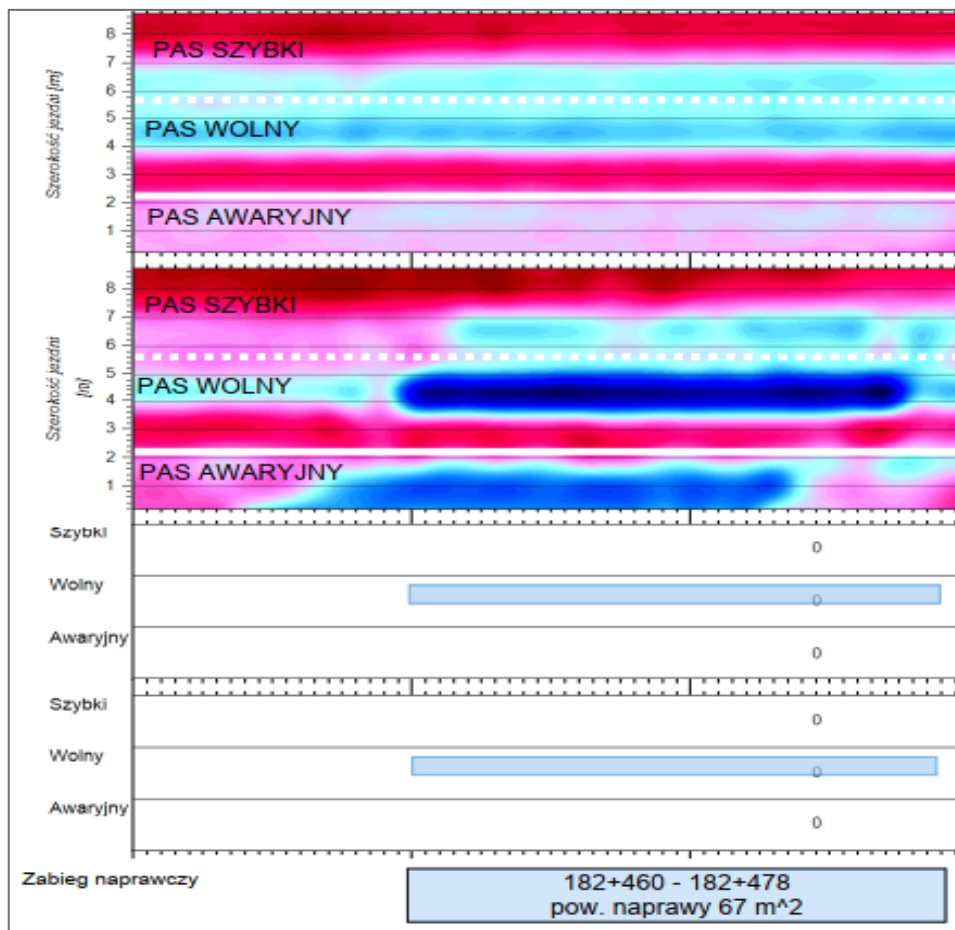
MAPA ZAWILGOCEŃ WARSTWY WIĄŻĄCEJ



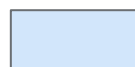
6,5	6,8	7,3	7,7	6,6	5,7	6,7	7,1
7,6	7,4	7,3	8,2	7,9	8,7	7,7	8,1
6,4	7,3	7,5	7,3	7,1	6,3	6,0	6,4
9,1	8,5	8,6	9,4	9,9	8,9	9,7	7,1
7,3	6,9	7,3	8,3	8,5	7,4	7,2	7,1
7,1	6,8	6,9	6,5	6,7	7,1	7,4	7,1
6,1	6,1	5,9	5,7	6,4	6,9	6,7	6,1
6,2	6,5	6,3	6,5	6,9	7,1	6,6	5,9
8,2	8,1	7,8	7,1	6,7	7,5	7,3	7,1



PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIE MAP ZAWILGOCIEŃ



ŁATY



DRENY PIONOWE



WYMIANA CAŁEJ SZEROKOŚCI PASA

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

DR INŻ. MAŁGORZATA RUSZCZAK, TPA SP. Z O.O.