

8.WPGI 2024

Geometrycznie
ciągłe pomiary
temperatury DTS –
przykłady realizacji
i możliwości rozwoju

RAFAŁ SIENKO, Ł. Bednarski, T. Howiacki

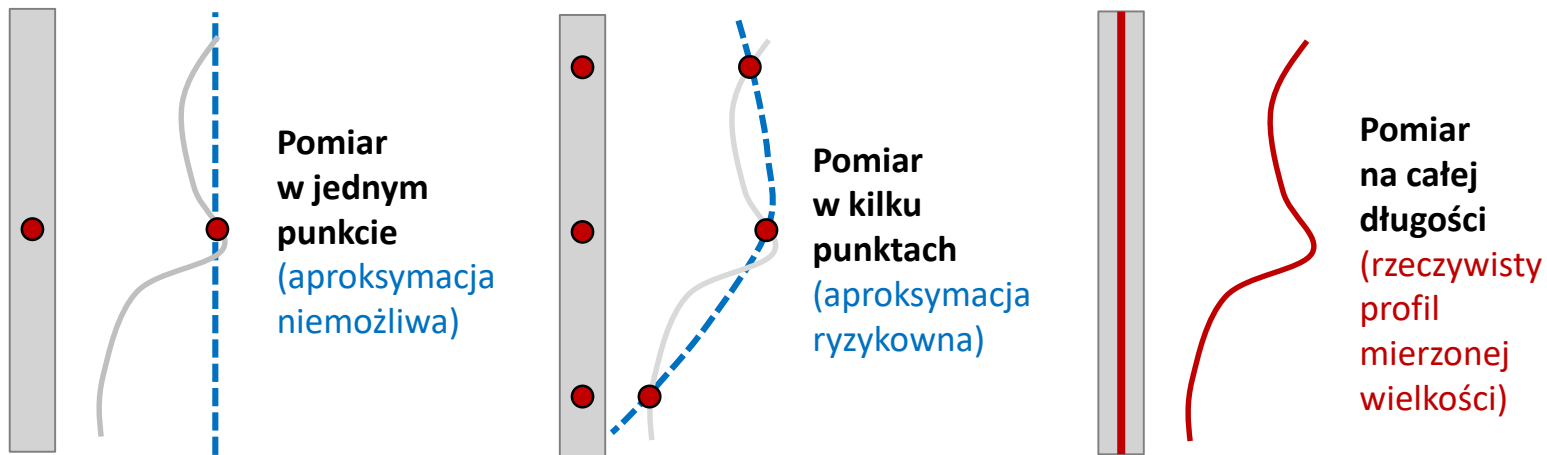


8.WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

Pomiary geometrycznie ciągle DFOS (*ang. distributed fibre optic sensing*)



pomiar(t)



pomiar(t, l)



8.WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

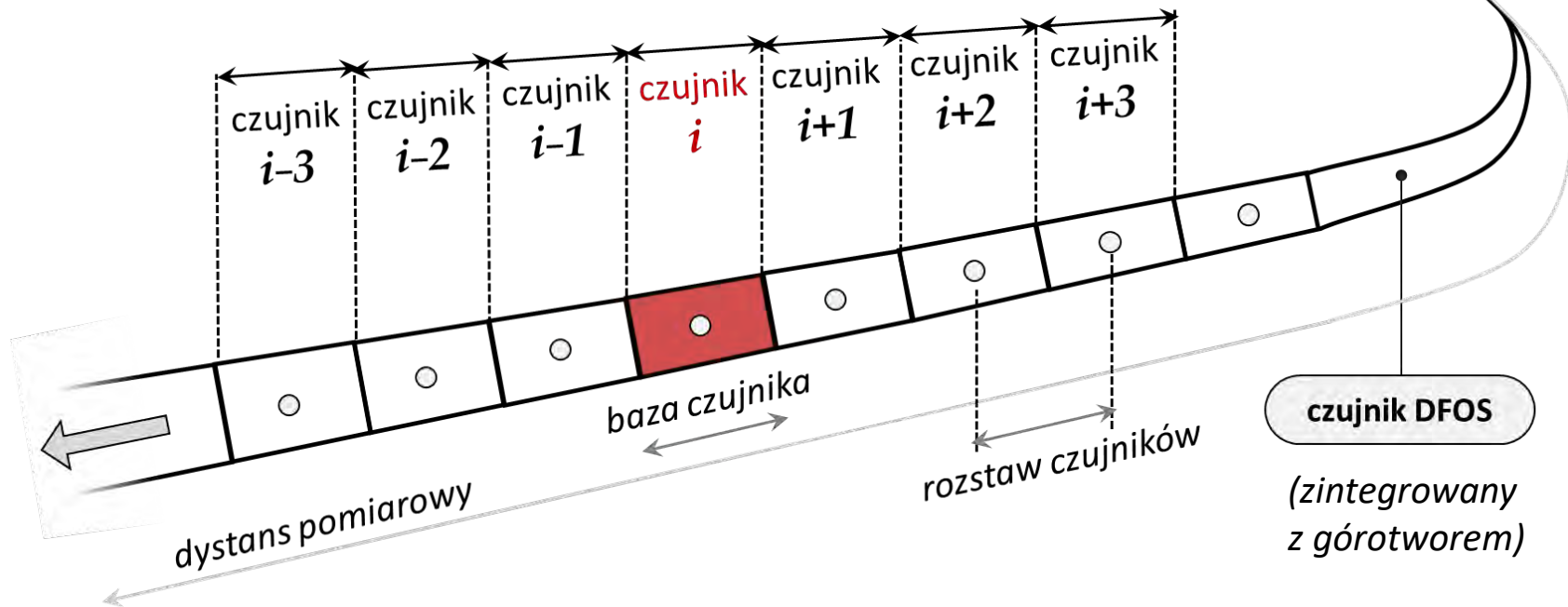
+ instalacja

+ kompensacja

+ analiza

interrogator (rejestrator)

(Rayleigh, Brillouin lub Raman)

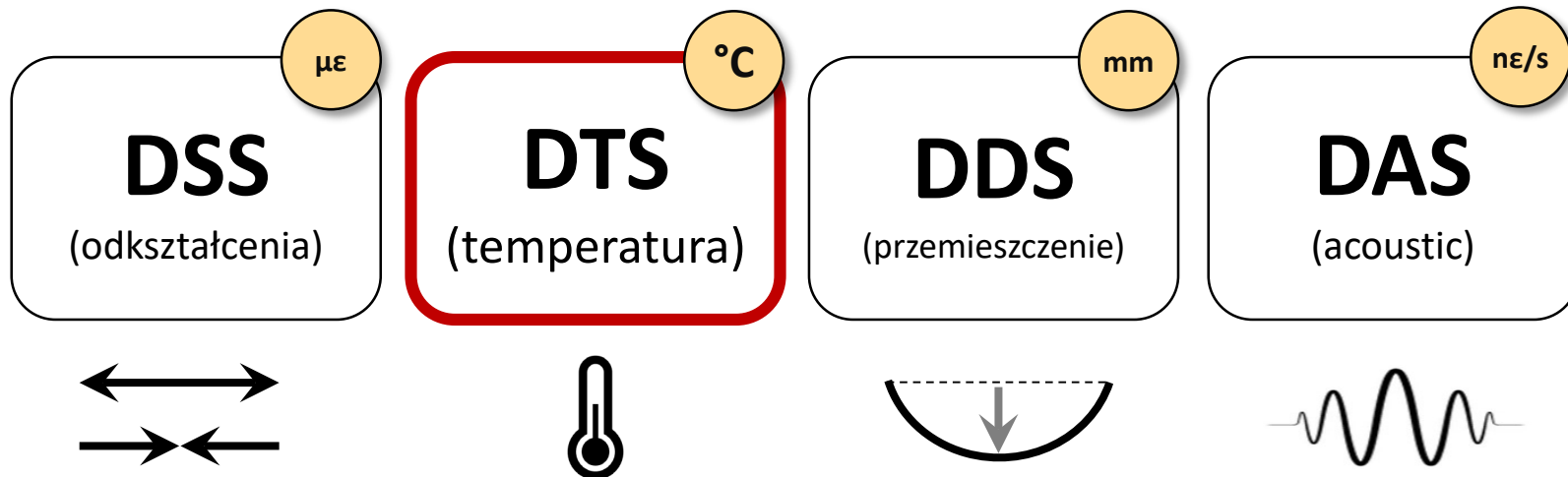


8. WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

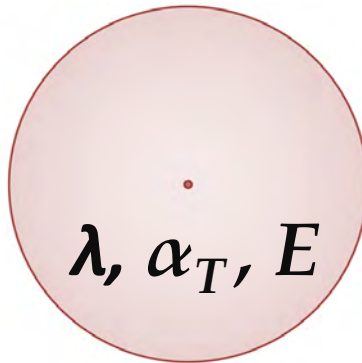
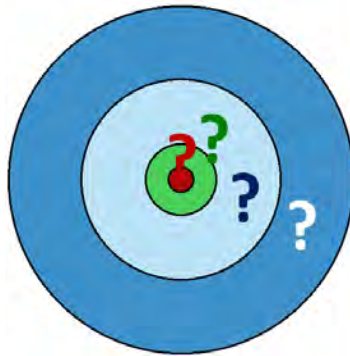
pgi.gov.pl

Pomiary geometryczne ciągłe (DFOS)



Wybór odpowiedniego czujnika to jedno z kluczowych wyzwań przy projektowaniu skutecznego systemu pomiarowego!

- średnica, kształt, budowa wewnętrzna
- rodzaj materiału
- **przewodność termiczna wzdłuż i w poprzek czujnika**
- maksymalny zakres pomiarowy
- promień gięcia
- sztywność, wytrzymałość
- powierzchnia zewnętrzna
- wiele innych



Warstwowe kable telekomunikacyjne

- *nieznane parametry materiałowe, w tym związane z przewodnictwem cieplnym*
- *poślizg i tarcie między warstwami*
- *plastikowe i stalowe warstwy łatwo ulegające uplastycznieniu*
- *niejednoznaczna odpowiedź mechaniczna i termiczna*

Kompozytowe czujniki z monolitycznym rdzeniem

- rdzeń z *jednego materiału o znanych parametrach* (współczynnik przewodności termicznej, moduł sprężystości)
- *brak zjawiska poślizgu i tarcia* (brak warstw)
- *kompozyt o dużej odkształcalności*
- *jednoznaczna odpowiedź mechaniczna i termiczna*



Odształcenia & temperatury

Epsilon
Sensor



Epsilon
Rebar



Epsilon
Flat

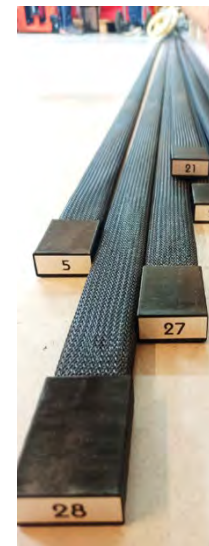


Epsilon
Graph



Przemieszczenia

3D
Sensor



Opatentowane!
(EU, US, CAN)



8.WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

Praktyczne przykłady zastosowań



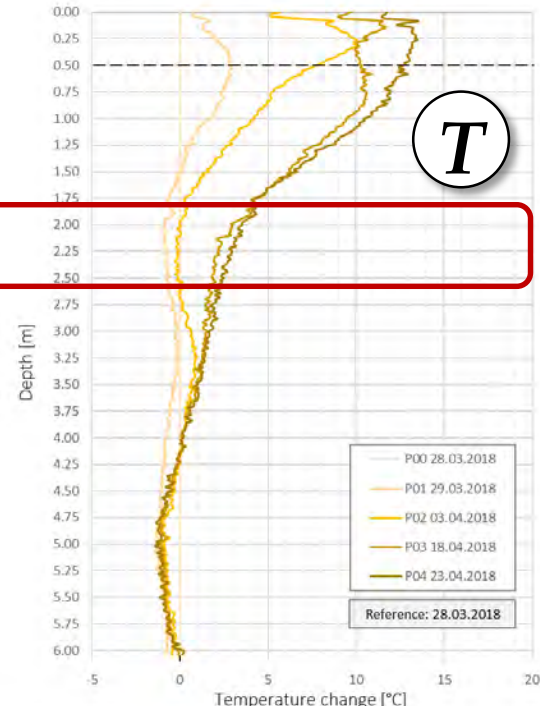
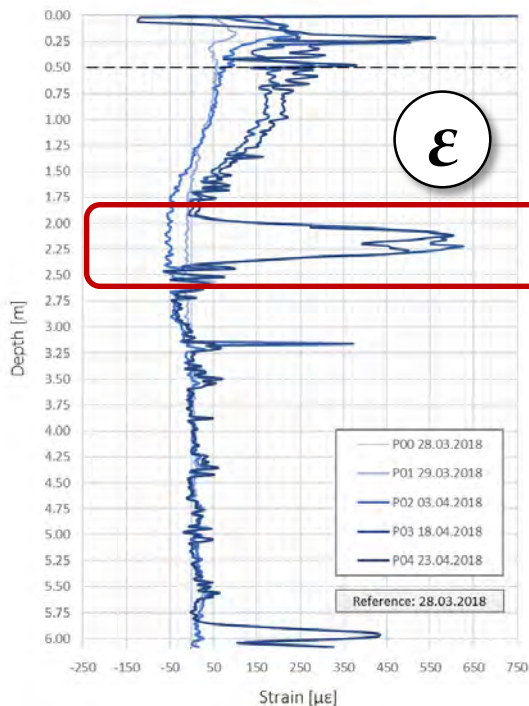
8.WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

Przykład 1 – pale i kolumny betonowe



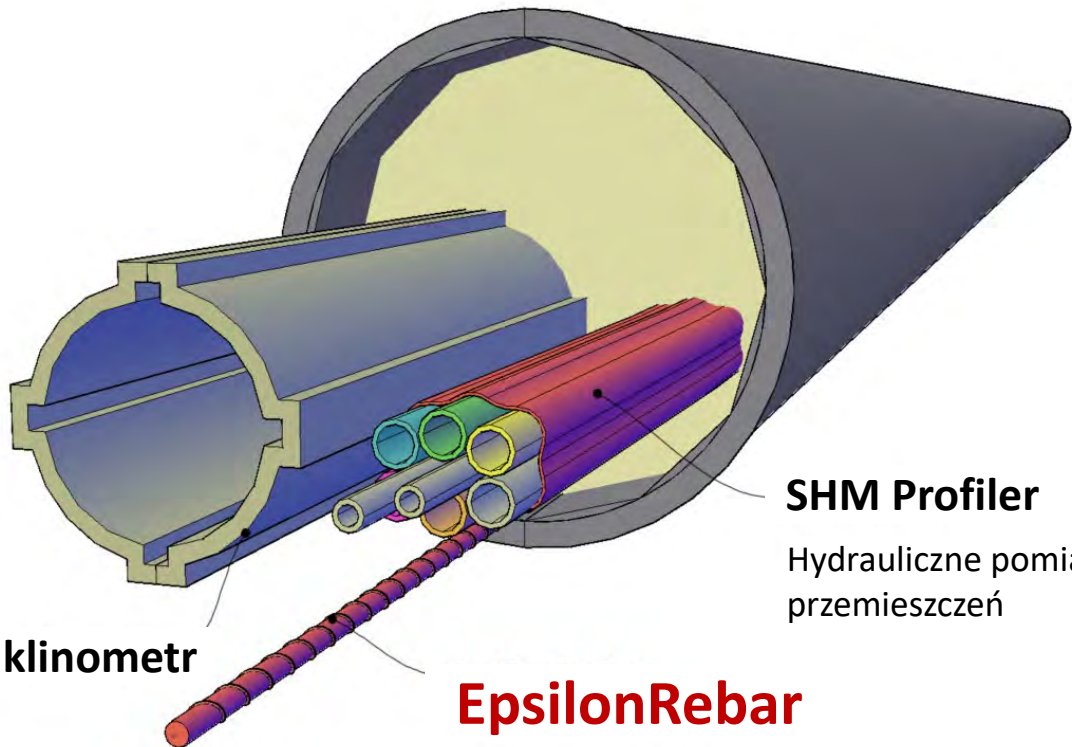


W niektórych zastosowaniach pomiary temperatury mogą okazać się niewystarczające. Technika DFOS umożliwia **pomiary różnych wielkości fizycznych z wykorzystaniem tego samego czujnika.**



Przykład 2 – najwyższe nasypy drogowe w Polsce





Inklinometr

SHM Profiler

Hydrauliczne pomiary
przemieszczeń

EpsilonRebar

Pomiary temperatury na potrzeby
kompensacji innych technik



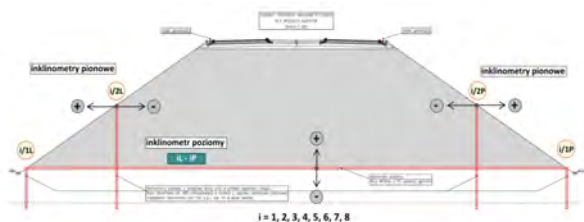
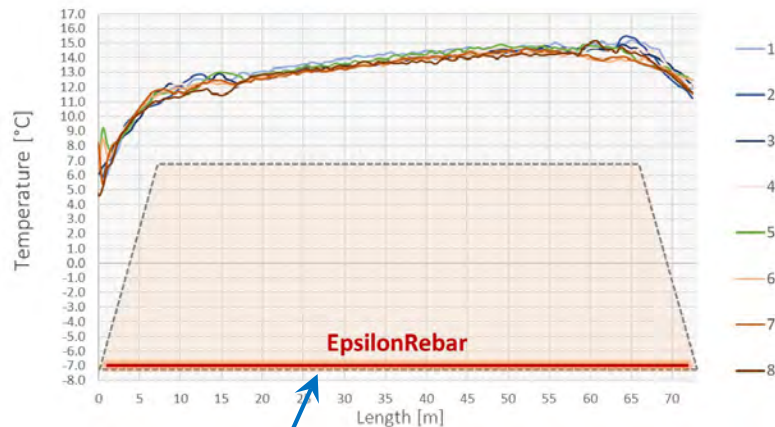
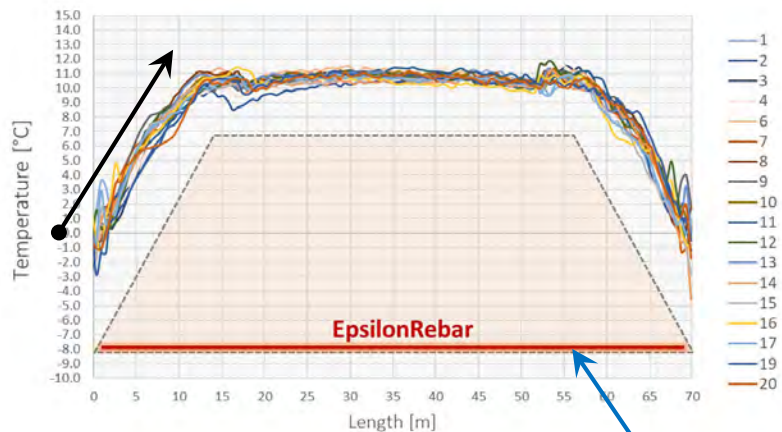
8.WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

11°C / 15 m!

Rozkłady temperatur zależne są od aktualnych warunków pogodowych, geometrii skarpy oraz ekspozycji na promieniowanie



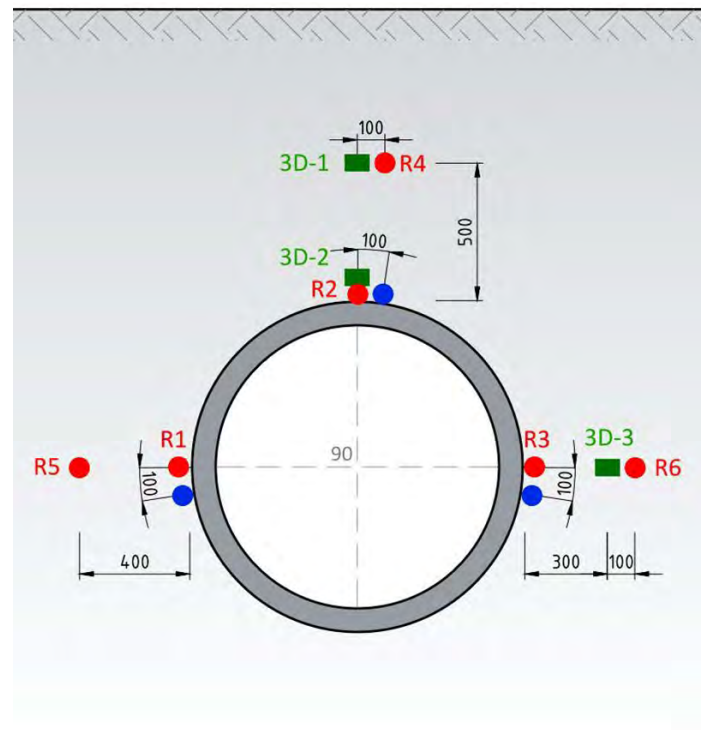
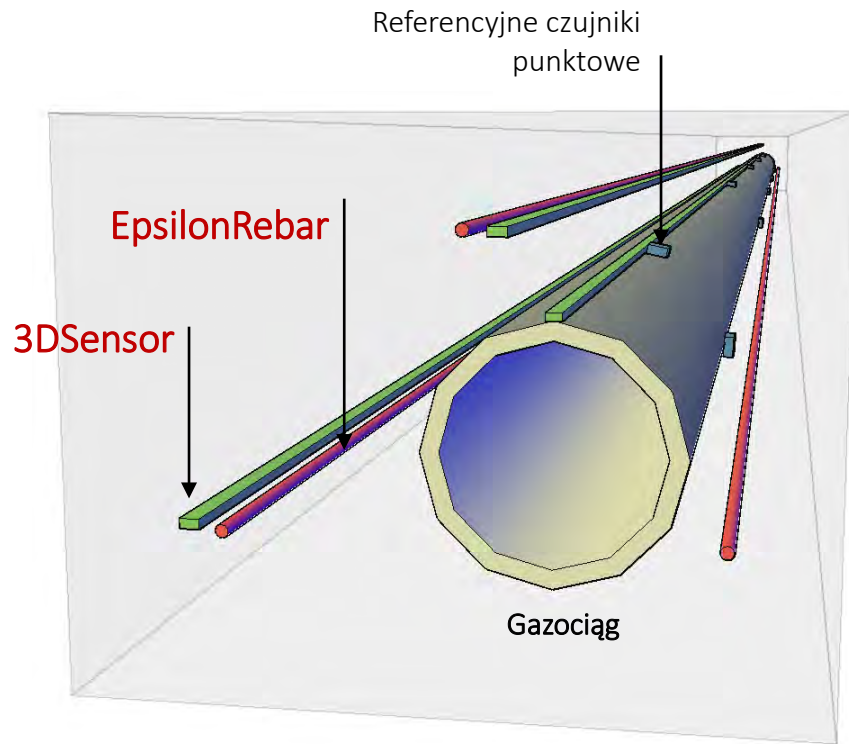
8.WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

Przykład 3 – gazociąg wysokiego ciśnienia





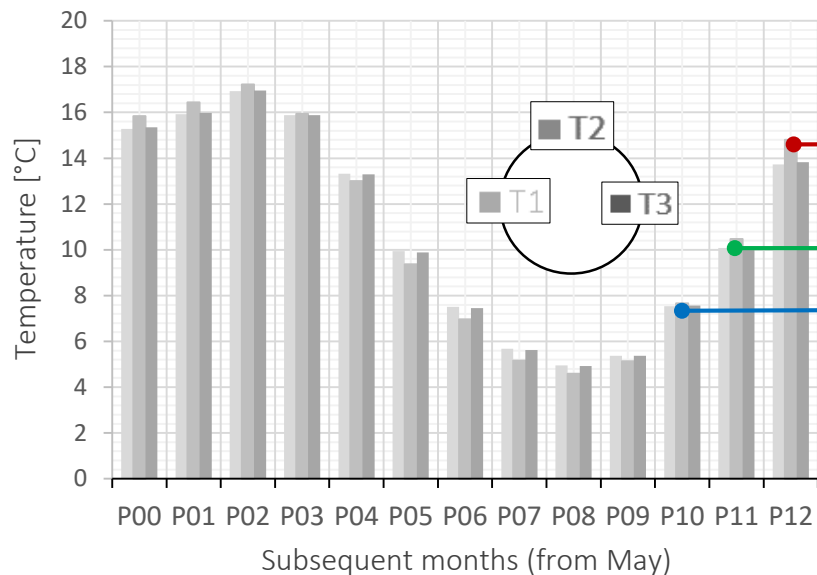


8.WPGI 2024

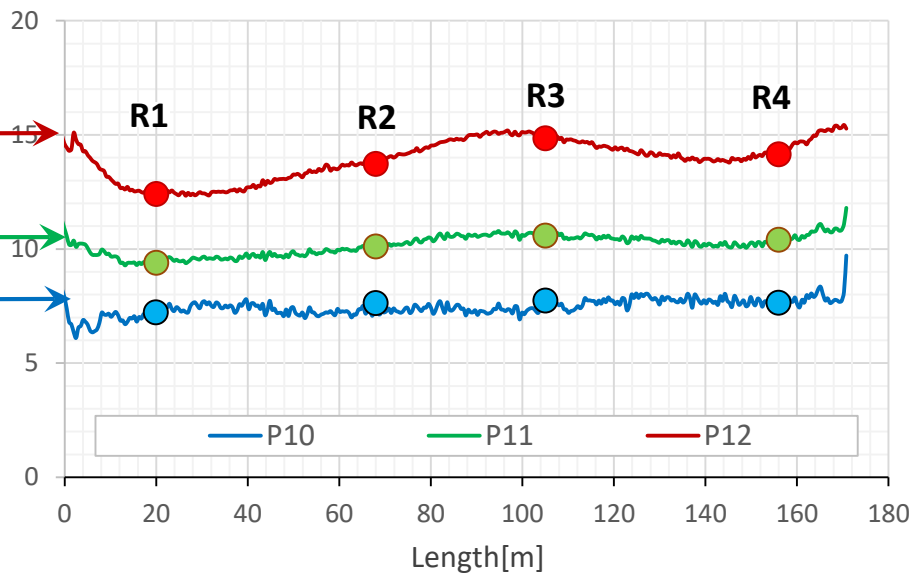
wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

Wartości średnie w 12 kolejnych miesiącach



Przykładowe rozkłady na długości 180 m w trzech kolejnych miesiącach



Dzięki pomiarom DTS możliwa jest **detekcja przecieków** związanych z lokalną zmianą pola temperatury. To zaleta nieosiągalna dla technik punktowych.

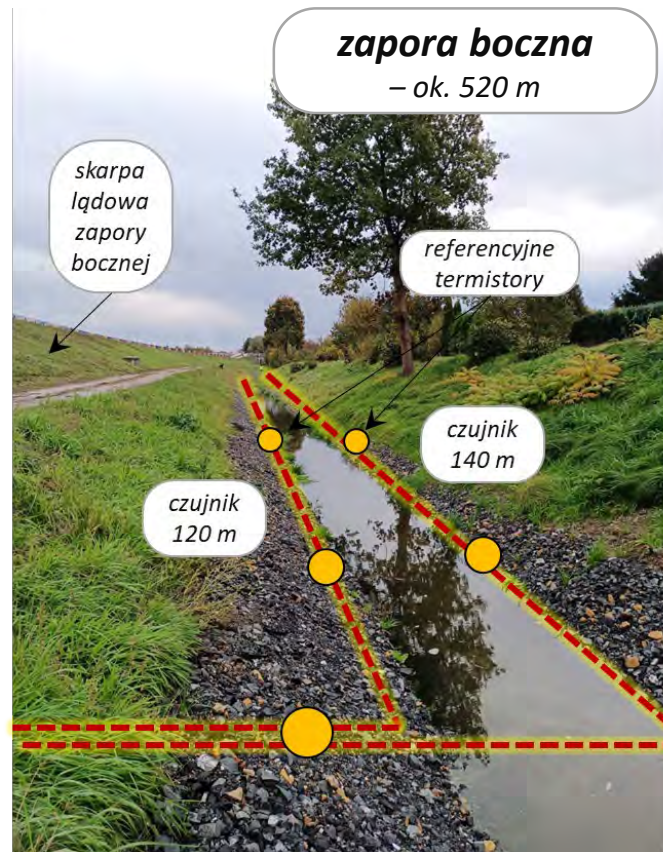


Przykład 4 – zaporą ziemną





zapora czołowa
– ok. 800 m



zapora boczna
– ok. 520 m

skarpa
lądowa
zapory
bocznej

referencyjne
termistory

czujnik
140 m

czujnik
120 m



8.WPGI 2024

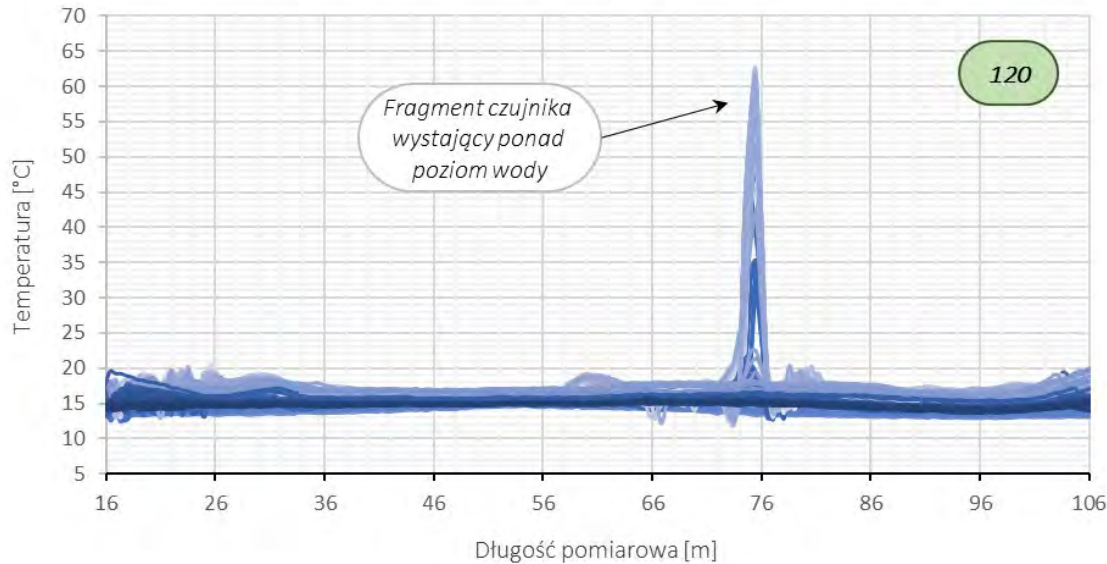
wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

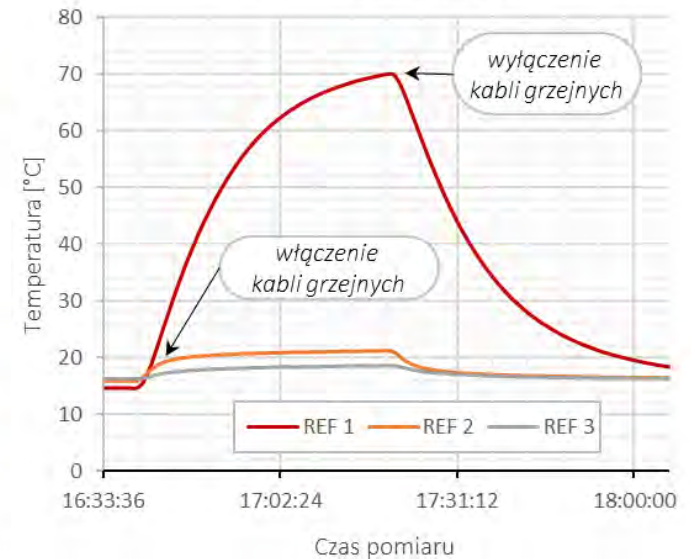
Aktywna metoda termodetekcji

Wykorzystanie kabli grzejnych równoległe z trasą światłowodową

Zapora boczna: rozkłady temperatur na długości czujnika



Temistory referencyjne

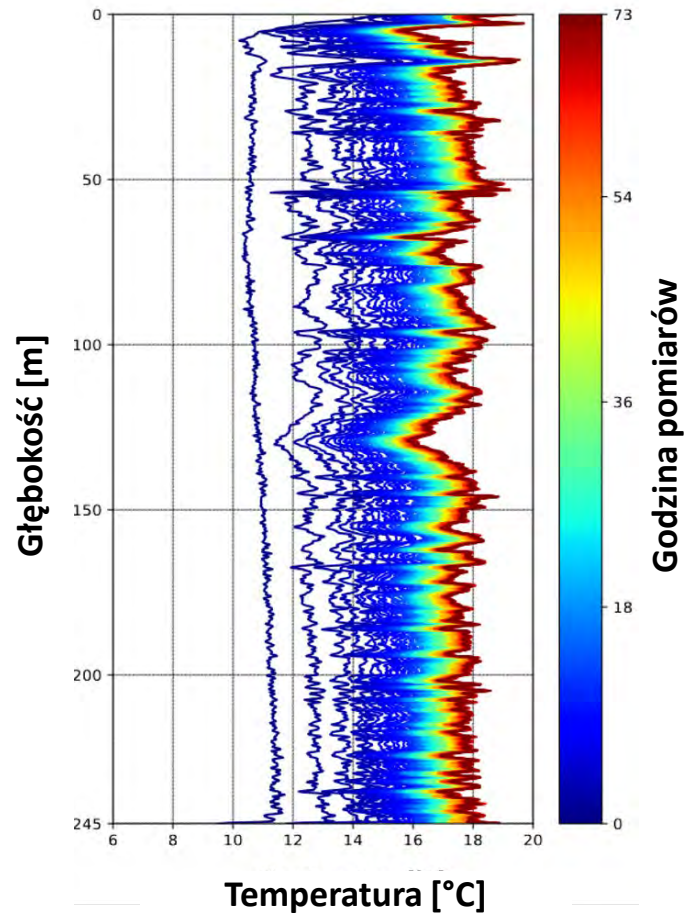
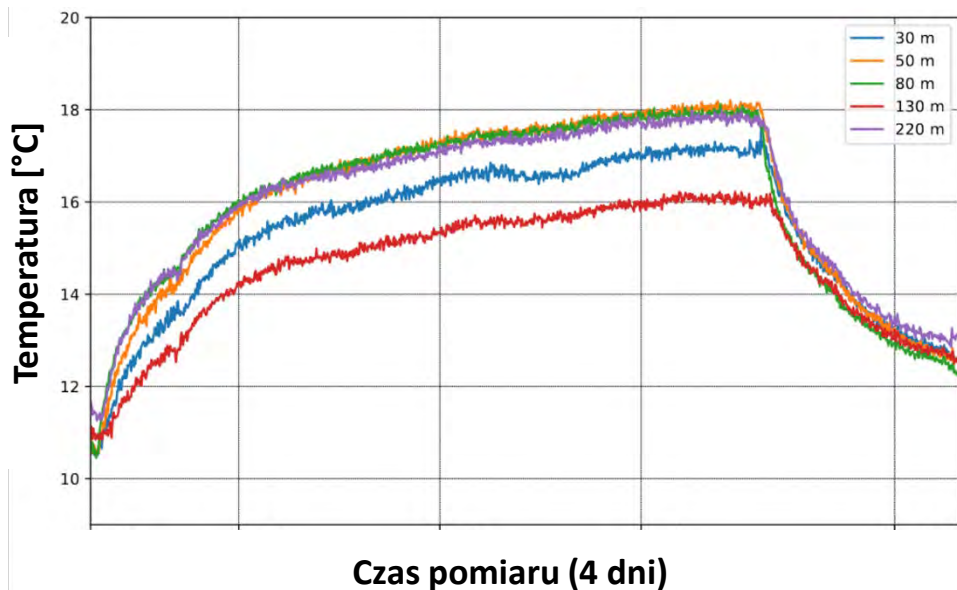


Przykład 5 – odwierty geotermalne

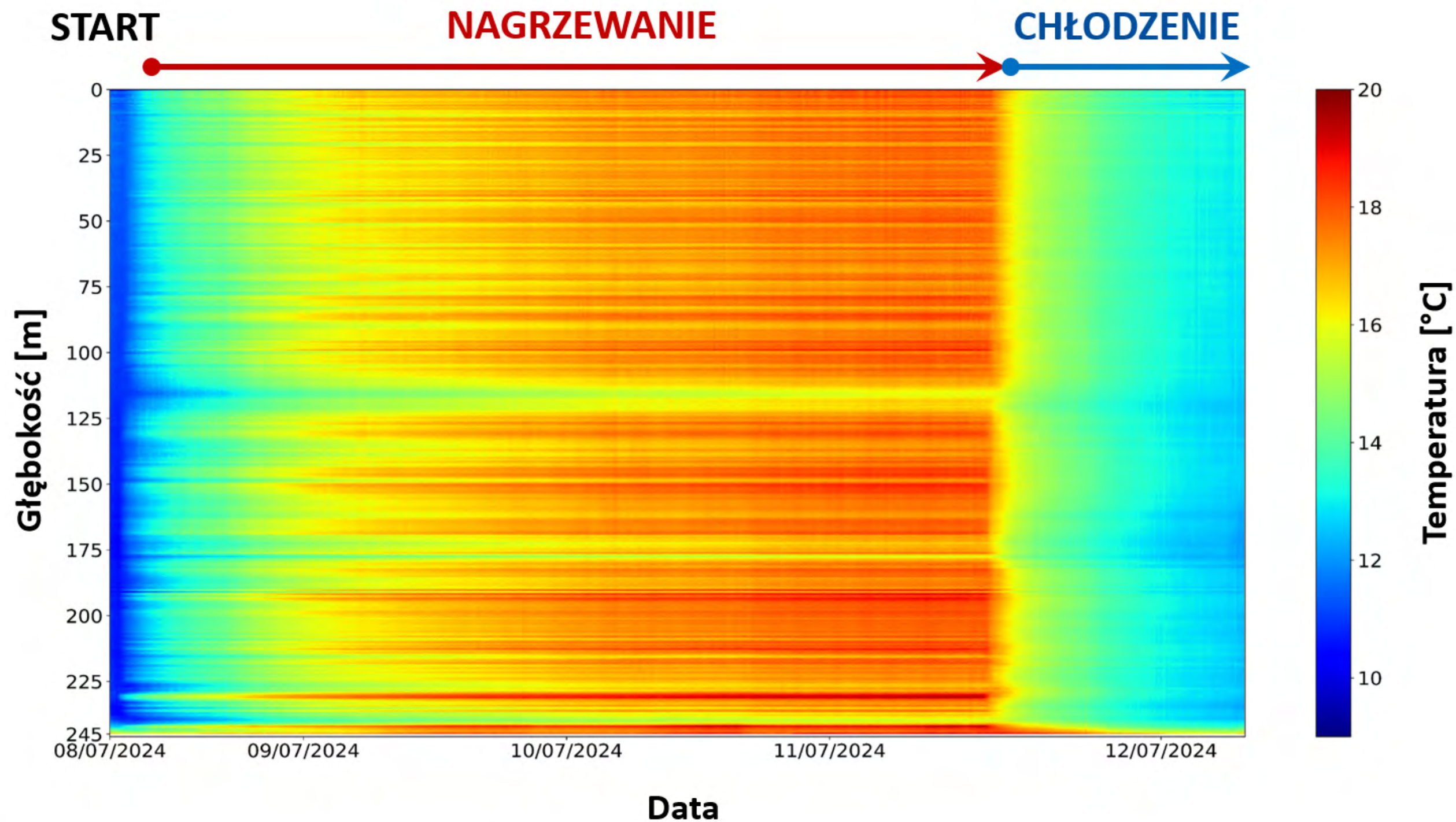


Rozkłady temperatury na głębokości w czasie grzania ►

▼ Zmiany temperatury w czasie w wybranych lokalizacjach



Mapa temperatur w dziedzinie głębokości i czasu



8. WPGI 2024

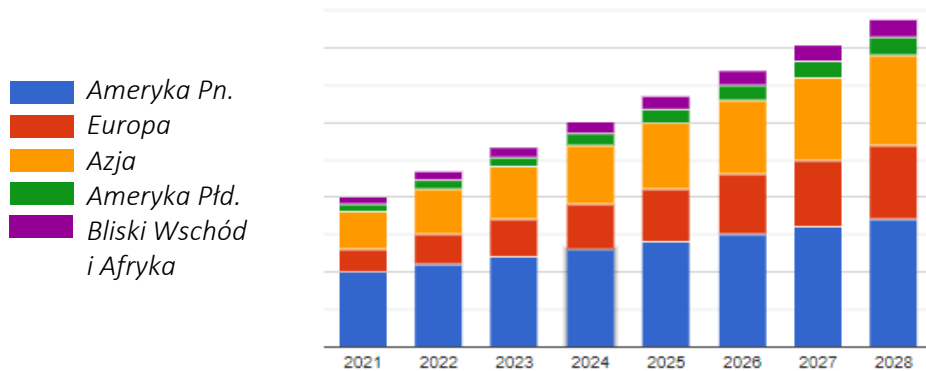
wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

Podsumowanie

DTS to geometrycznie ciągła technika pomiaru temperatury, znajdująca coraz szersze zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Umożliwia m.in. bezpośrednią **detekcję przecieków** oraz analizę parametrów fizycznych gruntów w sposób nieosiągalny dla tradycyjnych technik punktowych.

- inżynieria lądowa
- geotechnika
- hydrotechnika
- geotermia
- gas & oil
- i wiele innych



2024 - 2031

<https://www.skyquestt.com/report/distributed-temperature-sensing-market>



8. WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

8. WPGI 2024

Dziękuję za uwagę!



8. WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

