



Forum
Innowacyjności

Geotermia inżynierska – nowoczesne systemy magazynowania i pozyskiwania energii cieplnej z przypowierzchniowej strefy podłoża gruntowo-skalnego

mgr Mateusz Żeruń, dr Edyta Majer PIG-PIB



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



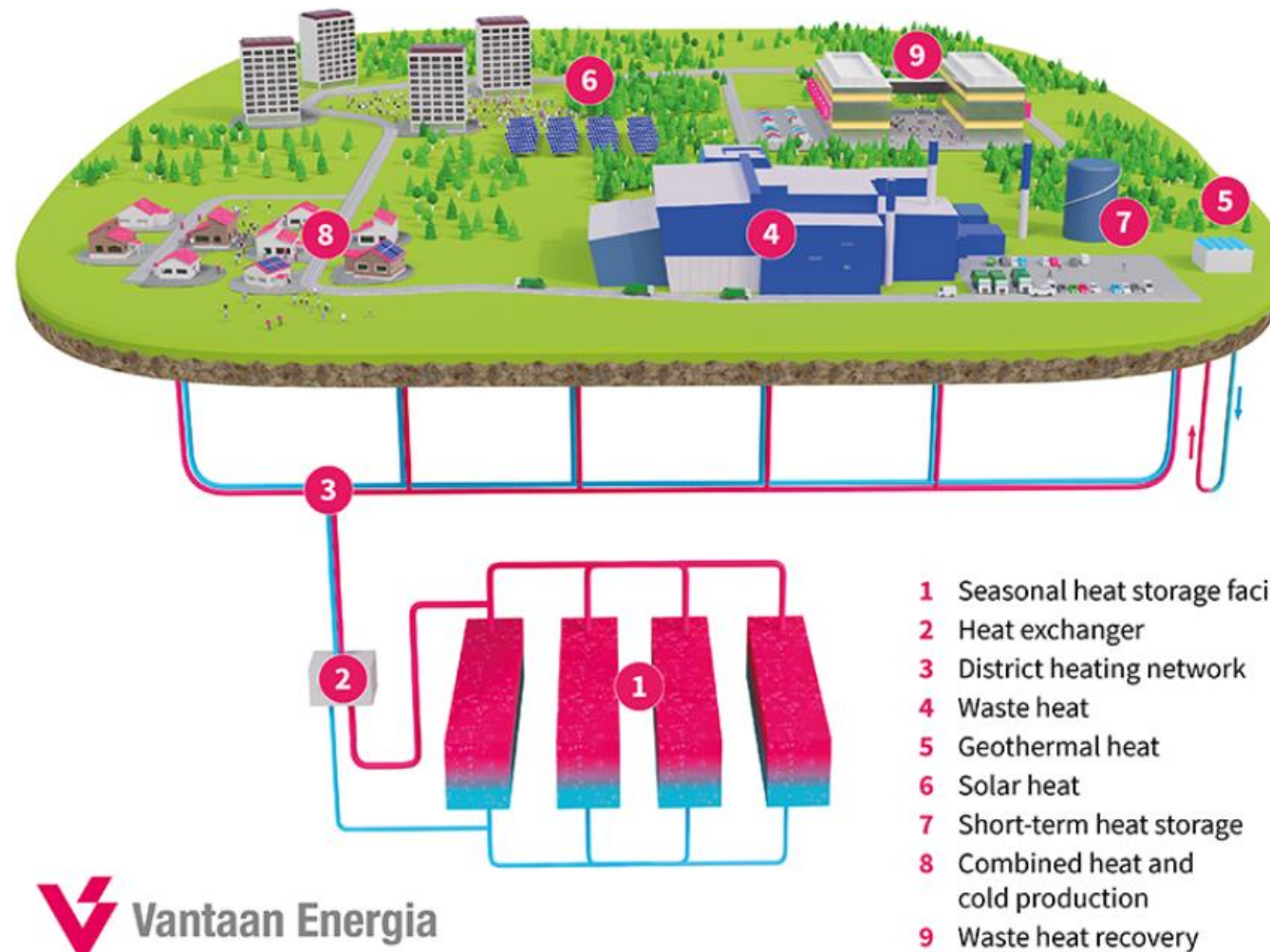
Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Geotermia inżynierska

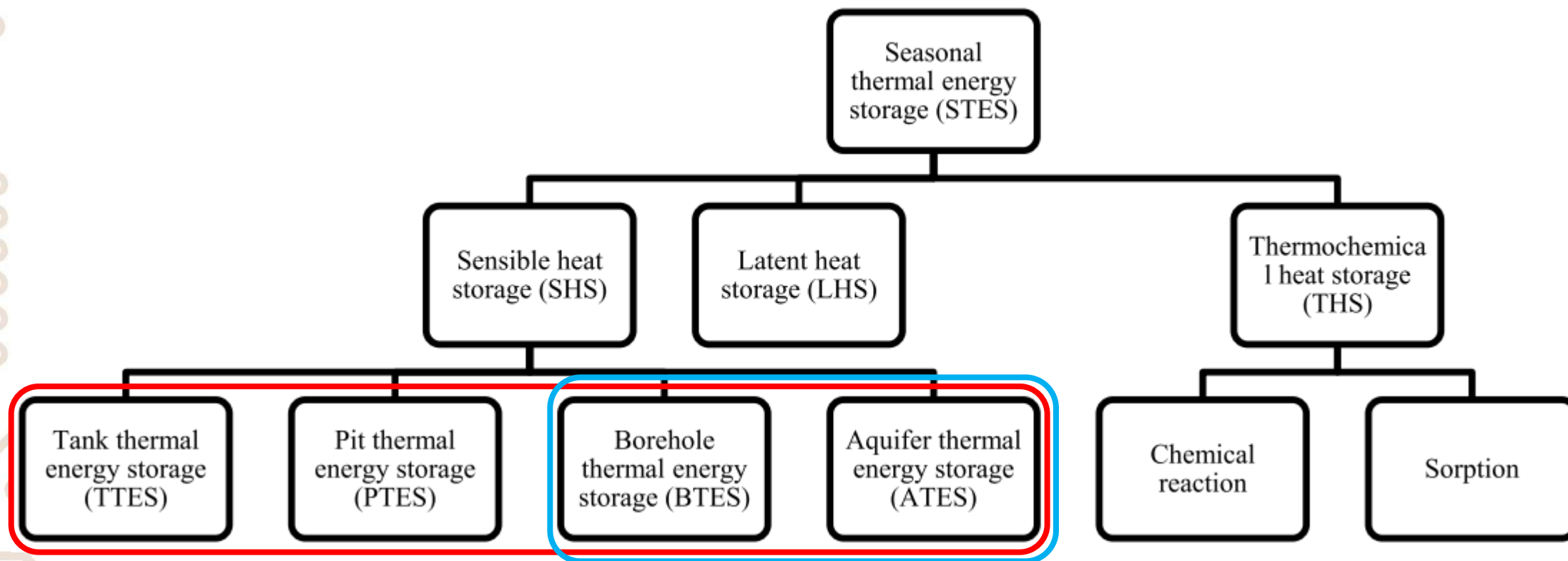
Geotermia inżynierska - dziedzina geotermii, która zajmuje się pracami i badaniami dotyczącymi wykorzystania energii cieplnej zgromadzonej w najpłytszych warstwach górotworu (do ok. 30 m p.p.t.) przez systemy grzewcze wykorzystujące termoaktywne konstrukcje inżynierskie oparte na pracy gruntowych pomp ciepła (np. termopale, płyty fundamentowe, ściany szczelinowe, obudowy tuneli itp.), magazynowania energii cieplnej w górotworze oraz oceny podłoża budowlanego pod względem właściwości cieplnych.



Sezonowe magazynowanie ciepła (STES)

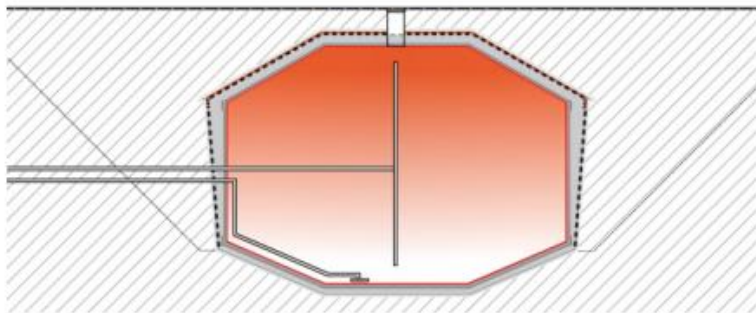


Sezonowe magazynowanie ciepła (STES)



Systemy TTES - magazyny energii cieplnej w specjalnie wykonanych zbiornikach podziemnych

Tank thermal energy storage (TTES)
(60 to 80 kWh/m³)



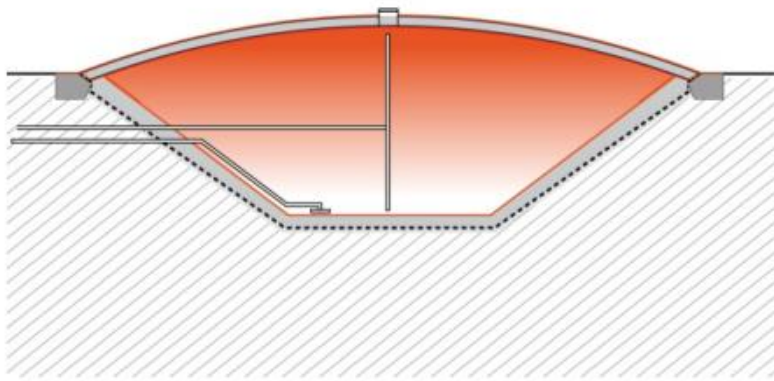
Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

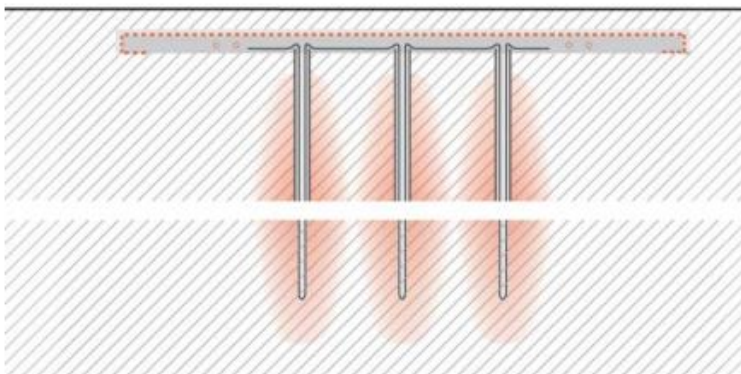
Systemy PTES - magazyny energii cieplnej w specjalnie wykonanych zbiornikach przypowierzchniowych

Pit thermal energy storage (PTES)
(60 to 80 kWh/m³)



Systemy BTES - otworowe magazyny energii cieplnej

Borehole thermal energy storage (BTES)
(15 to 30 kWh/m³)

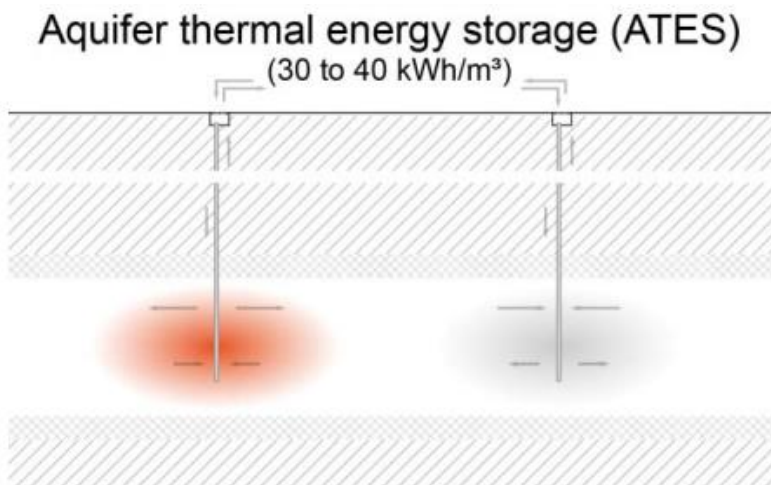


Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Systemy ATES – magazyny energii cieplnej w warstwie wodonośnej

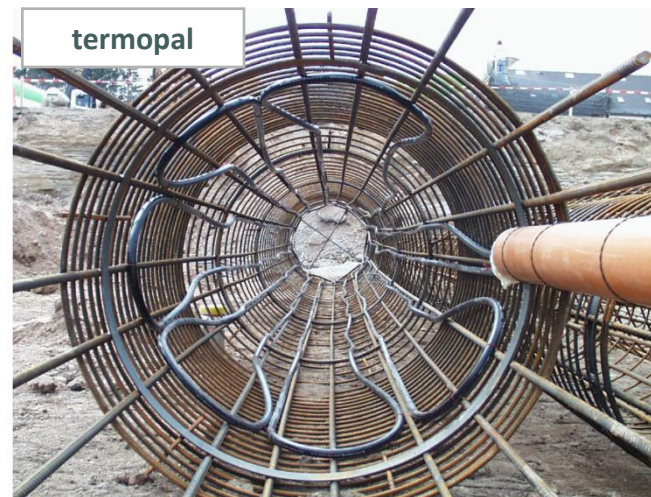
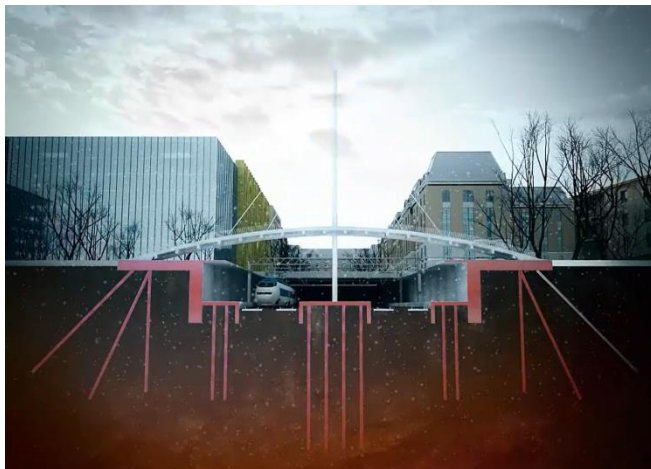


Porównanie technologii

Storage technology	TTES	PTES	BTES	ATES
Storage medium	Water	Water and gravel	Ground material (soil/rock)	Ground material (sand/gravel ... -water)
Geological requirements	• Stable ground conditions • Preferably no groundwater • 5–15 m deep	• Stable ground conditions • Preferably no groundwater • 5–15 m deep	• Drillable ground • Groundwater favorable • High heat capacity • High thermal conductivity • Low hydraulic conductivity • Low natural groundwater flow • 30–100 m deep	• Natural aquifer layer with high hydraulic conductivity • Confining layers on top and bottom • Low natural groundwater flow • Suitable water chemistry at high temperatures • Aquifer thickness 20–50 m deep
Advantages	• No special geological condition needed • Most mature technology • High stratification • High heat capacity • Easy to install	• No special geological condition needed • Leaving natural aquifer untouched	• Can be used for both heating and cooling • Needs less surface area in case of a vertical borehole • Needs less excavation in case of horizontal duct • Less sensitive to outdoor climate • Feasible for very large and very small applications	• Can be used for both heating and cooling • Ability to produce direct cooling without supporting device • Less maintenance needed • More efficient heat transfer than BTES
Limitations	• High heat loss • Potential corrosion • Potential leakage	• Lower stratification than TTES • Potential leakage • Lower energy density than TTES	• Special geological condition needed • High heat loss • Low energy density • Long initial process for geological investigation • Start-up process needed	• Special geological condition needed • High heat loss • Low energy density • Clogging effects • Long initial process for geological investigation



Termoaktywne konstrukcje inżynierskie - fundamenty energetyczne



termopal



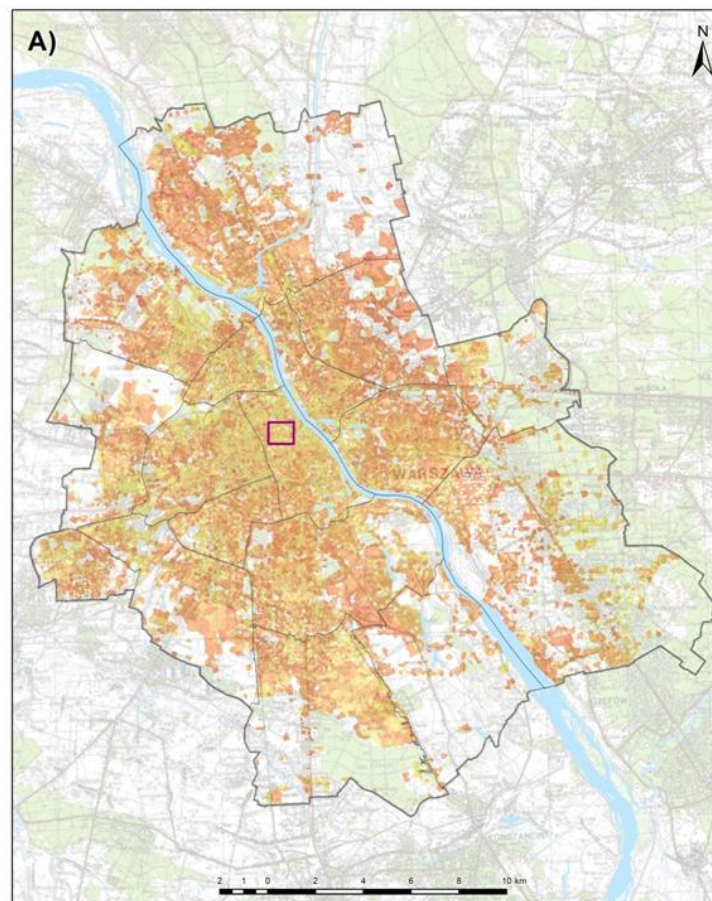
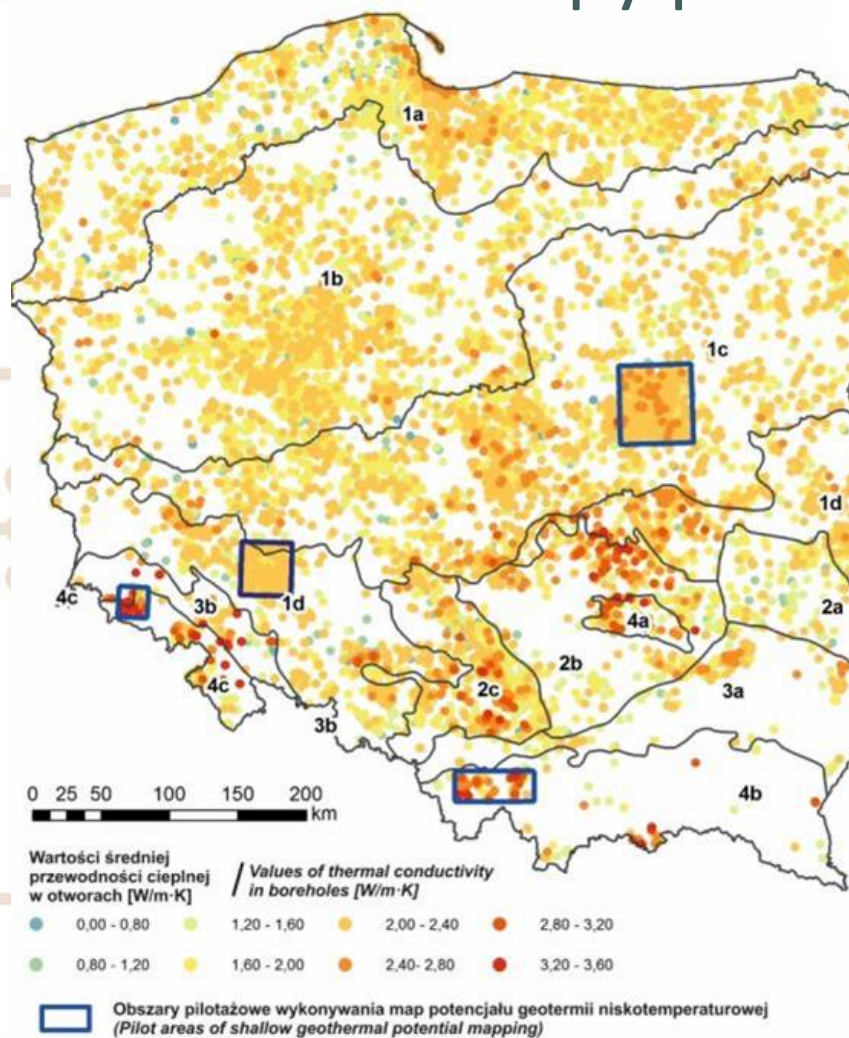
płyta
fundamentowa



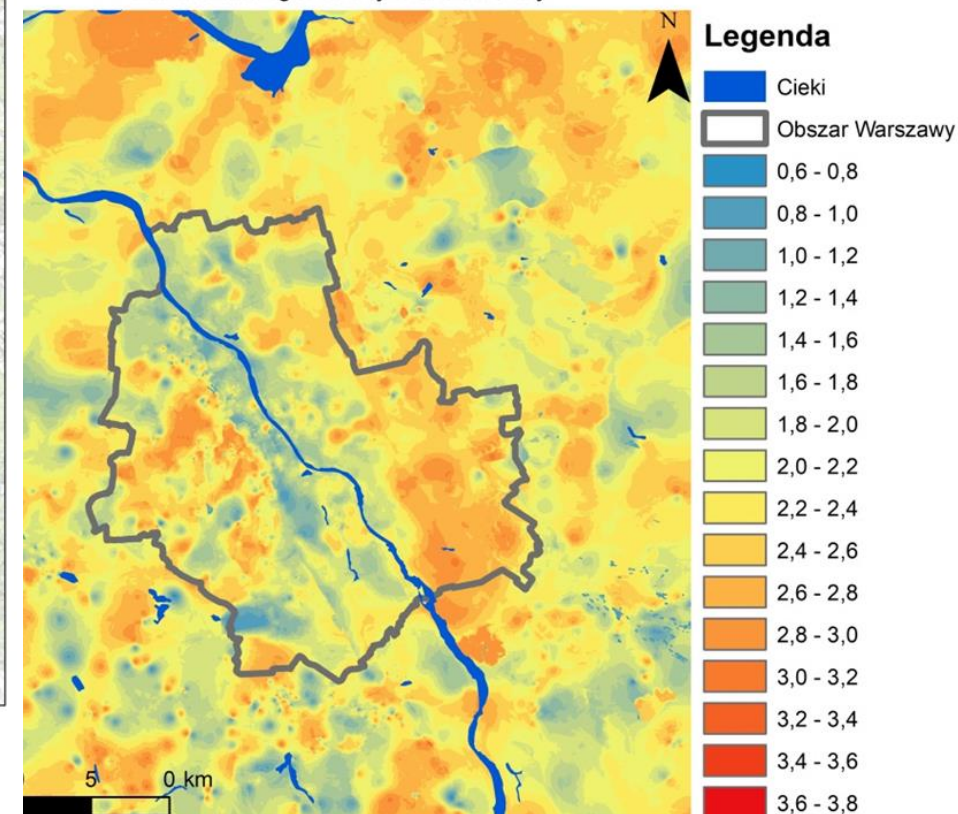
ściana szczelinowa



Mapy potencjału podłoża gruntowo-skalnego



Średnia wartość przewodności cieplnej gruntów [W/m·K] wyliczona dla otworu wiertniczego o głębokości 40 m, dla obszaru aglomeracji Warszawskiej



Literatura i wykorzystane materiały

BRANDL, Heinz. Geothermal geotechnics for urban undergrounds. *Procedia engineering*, 2016, 165: 747-764.

VELVIS, H.; BUUNK, R. J. District Aquifer Thermal Energy Storage (DATES). In: *Proceedings of the 12th IEA Heat Pump Conference*. 2017.

YANG, Tianrun, et al. Seasonal thermal energy storage: A techno-economic literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, 139: 110732.

<https://task45.iea-shc.org/fact-sheets>

<https://uteshub.com>

<https://vantaanenergia.fi/en/fossil-free-2026/worlds-largest-cavern-thermal-energy-storage-to-be-built-in-vantaa/>





Forum
Innowacyjności

DZIĘKUJĘ

Kontakt: Mateusz Żeruń, mateusz.zerun@pgi.gov.pl



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej