OCENA MOŻLIWOŚCI MAGAZYNOWANIA ENERGII CIEPLNEJ W GÓROTWORZE ZA POMOCĄ SYSTEMÓW ZAMKNIĘTYCH (BTES, PTES/TTES, EF) W WYBRANYCH LOKALIZACJACH NA TERENIE POLSKI – ZADANIE PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ (PSG)

Mateusz ŻERUŃ[1], Ewa JAGODA[2], Edyta MAJER[3]

[1]*Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa; mateusz.zerun@pgi.gov.pl*
[2]*Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa; ewa.jagoda@pgi.gov.pl*
[3]*Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa; edyta.majer@pgi.gov.pl*

Słowa kluczowe: podziemne magazynowanie energii cieplnej, termoaktywne konstrukcje inżynierskie, BTES, PTES, TTES, EF

Wstęp

Realizacja krajowych, unijnych oraz międzynarodowych regulacji i wymagań związanych z zapobieganiem negatywnych zmian klimatycznych wymaga znacznego zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w ogólnym miksie energetycznym Polski. Geotermia płytka idealnie wpisuje się w strategię stopniowego ograniczania emisji dwutlenku węgla (CO_2). Energia cieplna pozyskiwana za pośrednictwem gruntowych pomp ciepła (GPC) stanowi efektywną i stabilną opcję zaspokajania potrzeb związanych z ogrzewaniem pomieszczeń, klimatyzacją oraz sezonowym gospodarowaniem i magazynowaniem nadwyżkami energii cieplnej. Wykorzystanie ośrodka gruntowo-skalnego jako źródła, bądź magazynu energii cieplnej, wpływa pozytywnie na redukcję niskiej emisji i polepszanie jakości powietrza, co przekłada się na poprawę stanu naturalnego środowiska i zdrowia ludności.

Aby sprostać potrzebom odbiorców i wykonawców instalacji geotermalnych Ministerstwo Klimatu i Środowiska opracowało „Wieloletni Program Rozwoju Wykorzystania Zasobów Geotermalnych w Polsce" [https://www.gov.pl/web/klimat/mapa-drogowa-rozwoju-geotermii-w-polsce]. Koncepcja przedstawiona w „Wieloletnim Programie…" jest prognozą rozwoju szeroko rozumianej geotermii w Polsce w latach 2022–2040 z perspektywą do roku 2050 (MKiŚ, 2022). W oparciu o ww. dokument, od 1.01.2023 r. Państwowa Służba Geologiczna (PSG) realizuje zadanie pn. „Ocena możliwości magazynowania energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych (BTES, PTES/TTES, EF) w wybranych lokalizacjach na terenie Polski".

Cel badań

Merytoryczny obszar projektu dotyczy technologii sezonowego magazynowania energii cieplnej w górotworze (STES – *Seasonal Thermal Energy Stoarge*) za pomocą systemów zamkniętych, tj. wykorzystujących wymienniki ciepła (BTES – *Borehole Thermal Energy Storage* i EF – *Energy Foundations*, Fig. 1. i 2.), bądź sztuczne zbiorniki wypełnione wodą lub mieszaniną wody i żwiru (TTES – *Tank Thermal Energy Storage* i PTES – *Pit Thermal Energy Storage*, Fig 3.). Systemy te nie wykorzystują w sposób bezpośredni energii cieplnej zmagazynowanej w warstwach wodonośnych, tak jak ma to miejsce w przypadku technologii ATES (Aquifer Thermal Energy Storage).

Celem głównym przedsięwzięcia jest opracowanie kryteriów i metodyki oceny wyboru lokalizacji magazynów energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych (BTES, PTES/TTES, EF), przeprowadzenie oceny wskazanych lokalizacji pod kątem możliwości budowy magazynów energii cieplnej z wykorzystaniem wypracowanej metodyki oraz stworzenie rankingu potencjalnych lokalizacji. Celem zadania jest również opracowanie podstaw do wdrażania systemów zamkniętych jako jednego z potencjalnie możliwych do zastosowania w kraju na szeroką skalę systemów grzania i chłodzenia oraz magazynowania nadwyżek energii z innych systemów

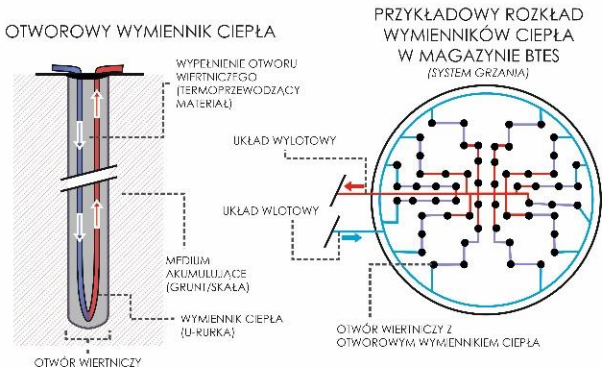

Fig. 1. *Schemat otworowego magazynu ciepła BTES wymiennikiem*

OZE np. z farm fotowoltaicznych, farm wiatrowych i innych.

W celu popularyzacji i udostępnienia danych przewiduje się umieszczenie wyników prac w serwisie internetowym o geotermii płytkiej oraz na portalach internetowych PIG-PIB udostępniających dane geologiczne. Pozwoli to w sposób interaktywny na przeglądanie danych, umożliwiając wszystkim interesariuszom łatwe, szybkie i bezpłatne sprawdzenie przydatności danego obszaru do wykonania podziemnych instalacji magazynujących energię cieplną w systemach zamkniętych.

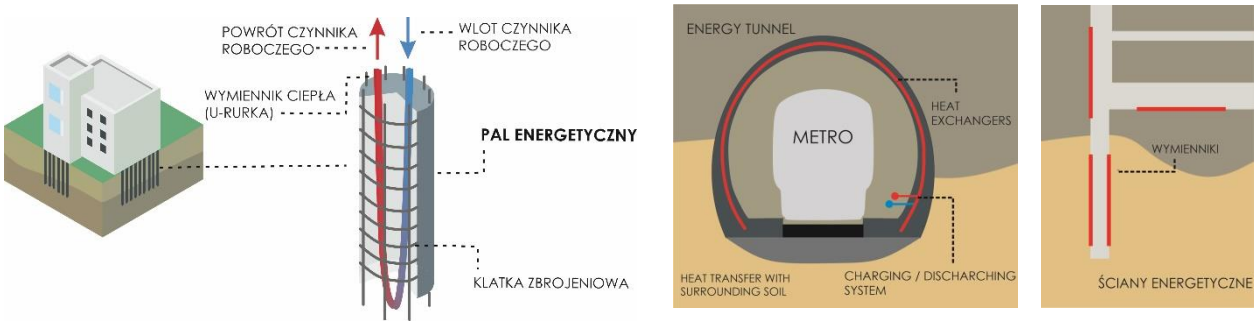

Fig. 2. *Schematy termoaktywnych konstrukcji inżynierskich EF. Kolejno pal energetyczny, tunel energetyczny i ściany energetyczne.*

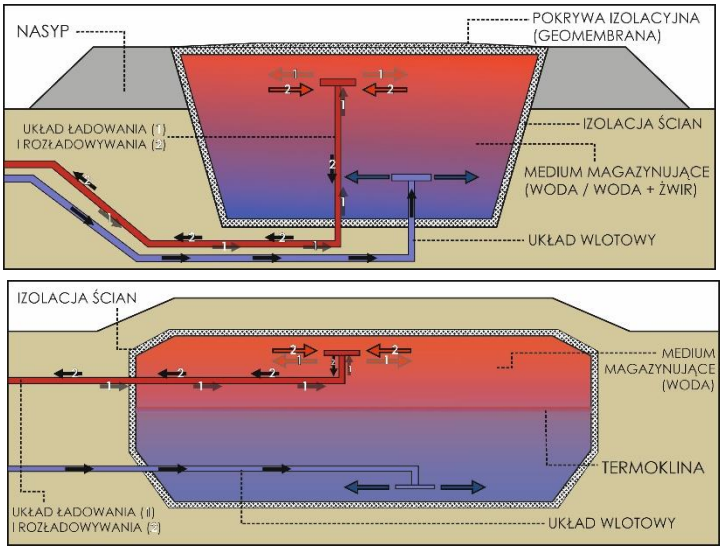

Fig. 3. *Schemat magazynów zbiornikowych. Kolejno technologia TTES i PTES.*

Materiały i metody

Efektywność podziemnych magazynów energii cieplnej oraz fundamentów energetycznych jest w dużym stopniu zdeterminowana lokalnymi warunkami geologicznym, dlatego identyfikacja naturalnych właściwości termicznych podłoża (ośrodka gruntowo-skalnego) ma kluczowe znaczenie dla prawidłowego projektowania i późniejszej eksploatacji instalacji. Realizacja projektu PSG wymaga osiągnięcia założeń poszczególnych kamieni milowych, stanowiących jednocześnie część efektów rzeczowych zadania. Prace zostały podzielone na część dotyczącą analizy danych zastanych (tzw. *desk study*), część analityczną oraz publikację wyników badań.

Część *desk study* obejmuje:

- przegląd i analizę stanu wiedzy oraz rozwiązań technologicznych stosowanych w systemach zamkniętych w Polsce, Europie i na świecie,
- opracowanie dokumentu pn. „Ocena możliwości lokalizowania magazynów energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych (BTES, PTES/TTES, EF)", zawierającego kryteria i metodykę oceny lokalizowania magazynów energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych,
- zebranie dostępnych danych dotyczących wskazanych lokalizacji produkujących nadwyżki energii pochodzących z baz danych projektów europejskich, takich jak ReUseHeat (https://www.reuseheat.eu/) oraz Heat Roadmap Europe (https://www.heatroadmap.eu/),

- analizę istniejących uwarunkowań prawnych w Polsce w kontekście wdrożenia technologii BTES, PTES, TTES, EF, identyfikacja braków i opracowanie wytycznych dla optymalizacji uwarunkowań formalno-prawnych.

Na część analityczną składa się:

- przeprowadzenie oceny wskazanych lokalizacji pod kątem możliwości budowy magazynów energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych z wykorzystaniem dokumentu pn. „Ocena możliwości lokalizowania magazynów energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych (BTES, PTES, TTES, EF)" oraz opracowanie rankingu lokalizacji,
- opracowanie bazy danych zawierającej warstwy informacyjne GIS w zakresie oceny wskazanych lokalizacji pod kątem możliwości budowy magazynów energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych na podstawie przeprowadzonej oceny wskazanych lokalizacji.

Publikacja wyników badań obejmuje:

- zaktualizowanie serwisu internetowego o geotermii płytkiej w zakresie magazynów energii cieplnej w technologii BTES, PTES, TTES, EF oraz udostępnienie warstw informacyjnych na portalach internetowych PIG-PIB (geologia.pgi.gov.pl i geolog.pgi.gov.pl),
- działania mające na celu upowszechnianie wiedzy, popularyzację i podnoszenie świadomości społeczeństwa w zakresie magazynowania energii cieplnej za pomocą systemów zamkniętych w technologiach BTES, PTES, TTES, EF.

Rezultaty

Na chwilę obecną autorzy przygotowują dokument „Ocena możliwości lokalizowania magazynów energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych (BTES, PTES/TTES, EF)", który ma być swojego rodzaju kompendium wiedzy na temat lokalizowania magazynów energii cieplnej w Polsce przy uwzględnianiu różnych kryteriów. Opracowanie zawiera obszerny przegląd literatury oraz charakterystykę poszczególnych technologii magazynowania energii cieplnej w systemach BTES, EF, PTES i TTES.

Zespół projektowy prowadzi intensywne prace nad zidentyfikowaniem kryteriów geologicznych, technicznych, ekonomicznych, środowiskowych, społecznych, oraz administracyjno-prawnych związanych z wykorzystaniem technologii podziemnego magazynowania energii cieplej przy wykorzystaniu systemów zamkniętych.

Dodatkowo wytypowano obiekty do wstępnej analizy możliwości magazynowania nadwyżek energii cieplnej, takie jak fabryki i zakłady przetwórstwa związane przemysłem spożywczym, obiekty przemysłowe generujące duże ilości ciepła odpadowego oraz elektrociepłownie posiadające nadwyżki energii cieplnej (Fig. 4.). Obiekty te zlokalizowane są w zasięgach sieci ciepłowniczych umożliwiających przesył energii cieplnej z teoretycznie rozważanych możliwych do zaprojektowania magazynów.

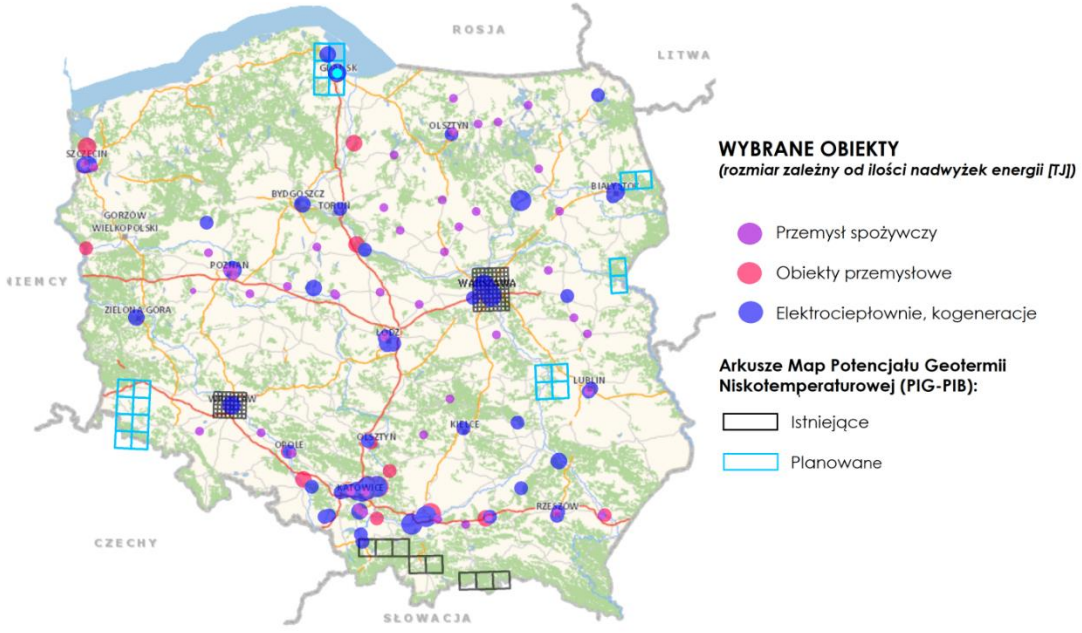

***Fig. 4**. Mapa wytypowanych lokalizacji dysponujących sieciami ciepłowniczymi i nadwyżkami energii cieplnej.*

Prace sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach realizacji zadania PSG pn. „Ocena możliwości magazynowania energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych (BTES, PTES/TTES, EF) w wybranych lokalizacjach na terenie Polski”.

Literatura

Strona internetowa projektu Heat Roadmap Europe ://www.heatroadmap.eu/. Dostęp: 29.09.2023 r.

Strona internetowa projektu ReUseHeat https://www.reuseheat.eu. Dostęp: 29.09.2023 r.

Wieloletni Program Rozwoju Wykorzystania Zasobów Geotermalnych w Polsce” Ministerstwo Klimatu i Środowiska, https://www.gov.pl/web/klimat/mapa-drogowa-rozwoju-geotermii-w-polsce. Dostęp 29.09.2023 r