



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY**

Technologie bezwykopowe na rzecz rozwoju energetyki rozproszonej

Dr hab. inż. Jan Ziaja. Prof. AGH

Energetyka rozproszona (ang. *distributed energy resources - DER*)

obejmuje zdecentralizowane źródła wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej, umiejscowione blisko odbiorców końcowych. System ten wspiera klasyczne modele energetyczne państwa oparte na wielkoskalowych elektrowniach przesyłające energię na duże odległości.

Energetyka rozproszona

Kluczowe elementy systemu energetyki rozproszonej:

- fotowoltaika,
- turbiny wiatrowe,
- małe elektrownie wodne,
- biogazownie,
- geotermia niskotemperaturowa.
 - mikroturbiny gazowe,
 - silniki spalinowe zasilane gazem,
 - układy kogeneracyjne i triogeneracyjne.

Energetyka rozproszona

Magazyny energii

- akumulatory litowo-jonowe,
- magazyny ciepłne (np. zasobniki ciepła, magazyny wody lodowej),
- technologie wodorowe.

Systemy zarządzania układem

Zapewniające bilans podaży i popytu oraz synchronizację z krajową siecią przesyłową

Kluczowe cechy energetyki rozproszonej:

- **Lokalizacja blisko odbiorców**
- **Różnorodność źródeł**
- **Duża niezawodność**
- **Niższe straty przesyłowe**
- **Duża elastyczność i możliwość pracy w mikrosieciach**
- **Może działać** częściowo niezależnie od krajowej sieci energetycznej.

Wyzwania dla energetyki rozproszonej:

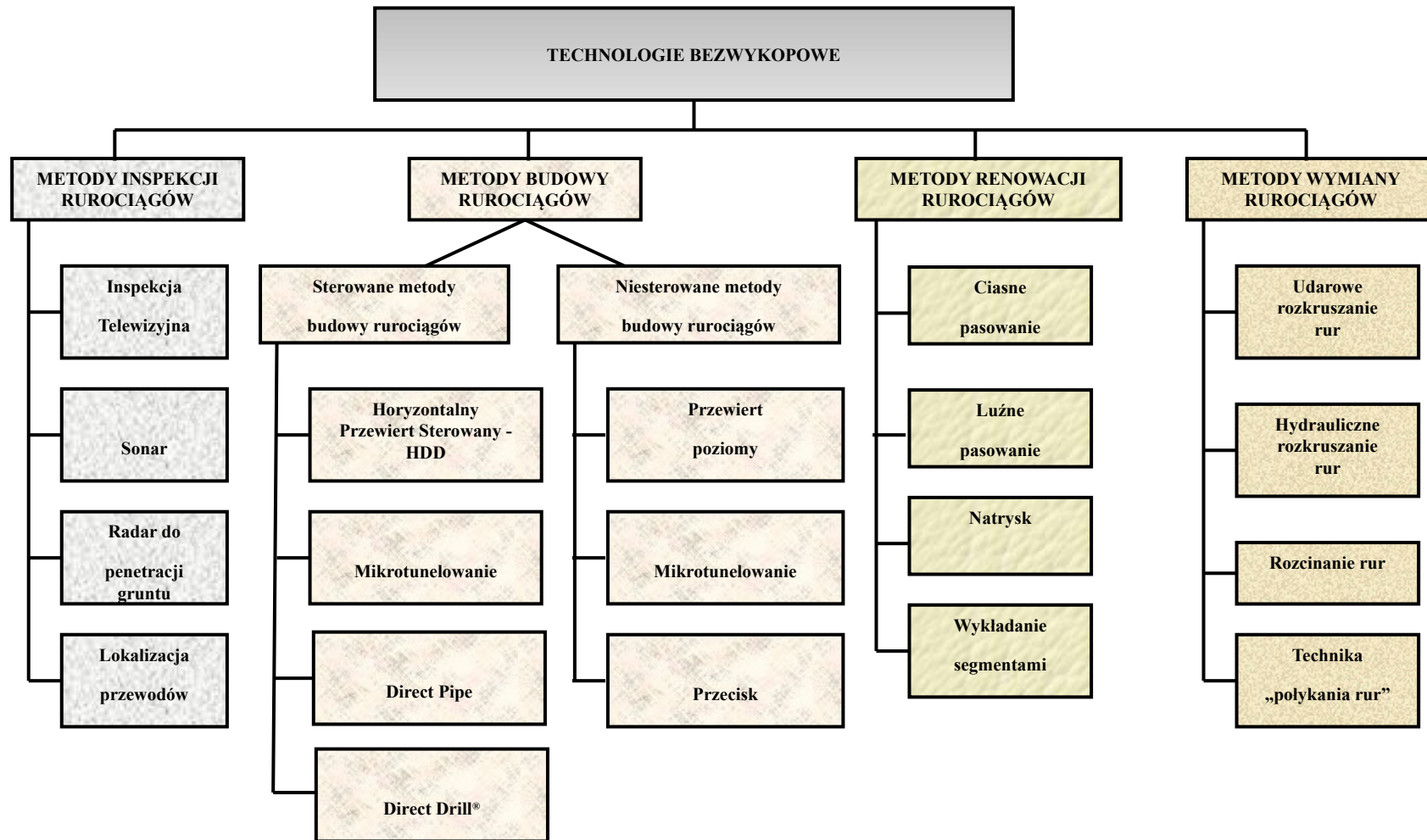
- Wysokie koszty początkowe instalacji.
- Potrzeba integracji z systemem przesyłowym i stabilizacji sieci (np. poprzez magazyny energii).
- Uzależnienie produkcji od czynników pogodowych i pór roku (np. w przypadku paneli słonecznych lub wiatraków).

Przykłady przemysłowe

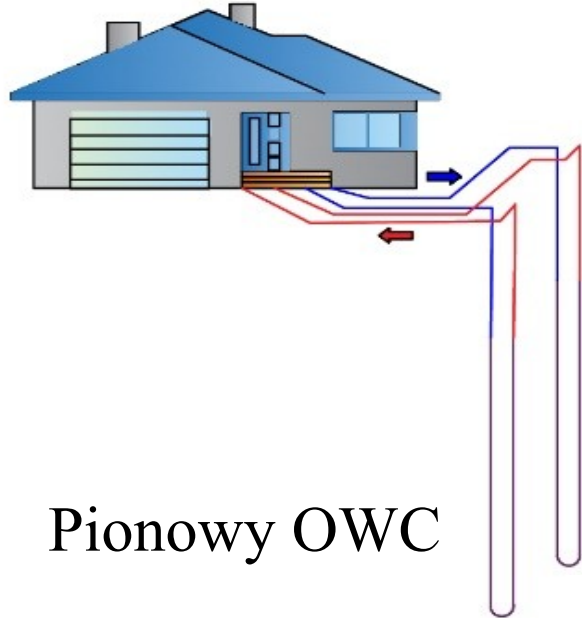


Mikrosieć TAURON w Bytomiu na terenach kopalni Szombierki
(źródło www: <https://notesfrompoland.com/2022/03/14/polands-first-self-sufficient-electricity-microgrid-launched-at-former-coal-mine>).

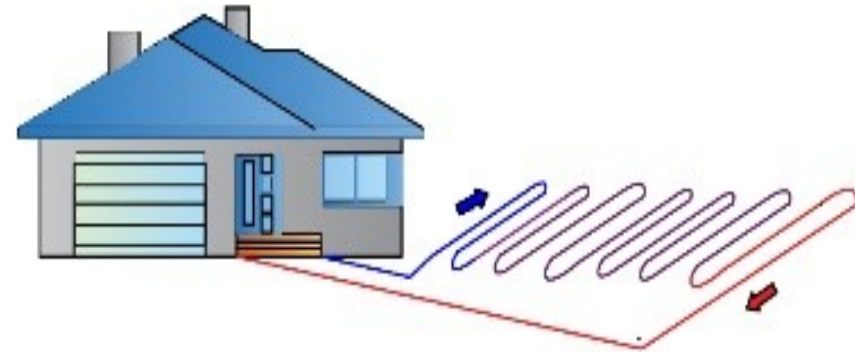
Technologie bezwykopowe na rzecz rozwoju energetyki rozproszonej



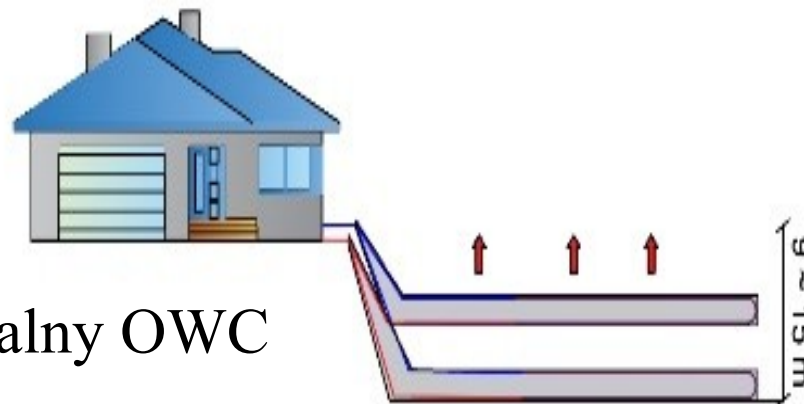
Typowe konstrukcje gruntowych wymienników ciepła



Pionowy OWC



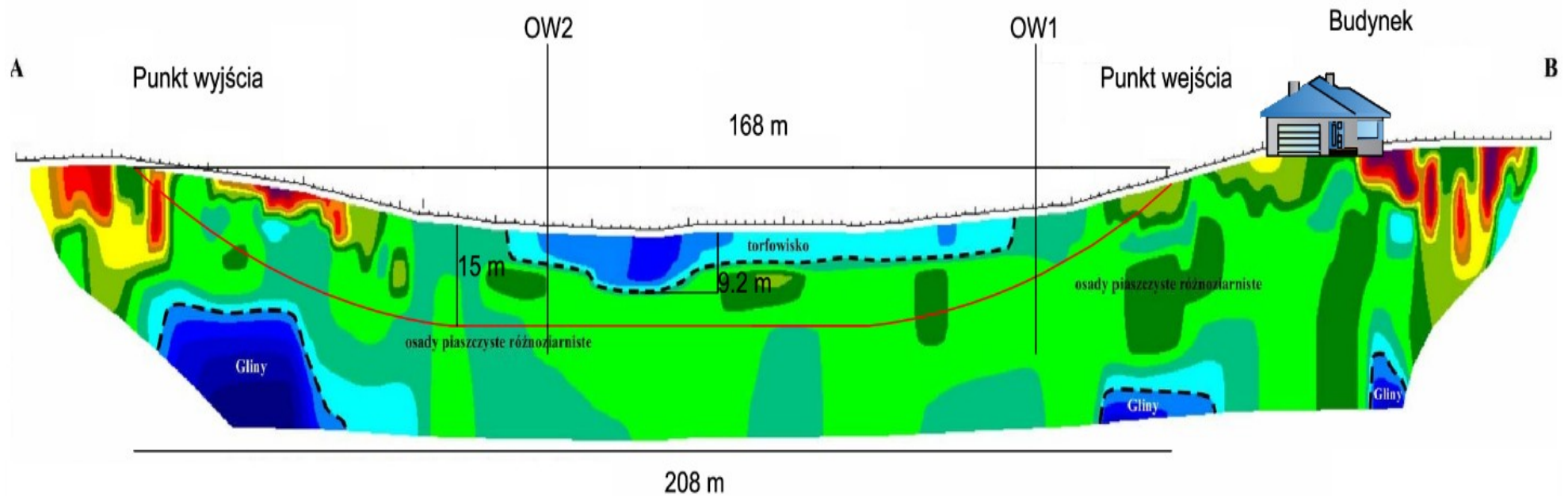
Poziomy GWC



Horyzontalny OWC

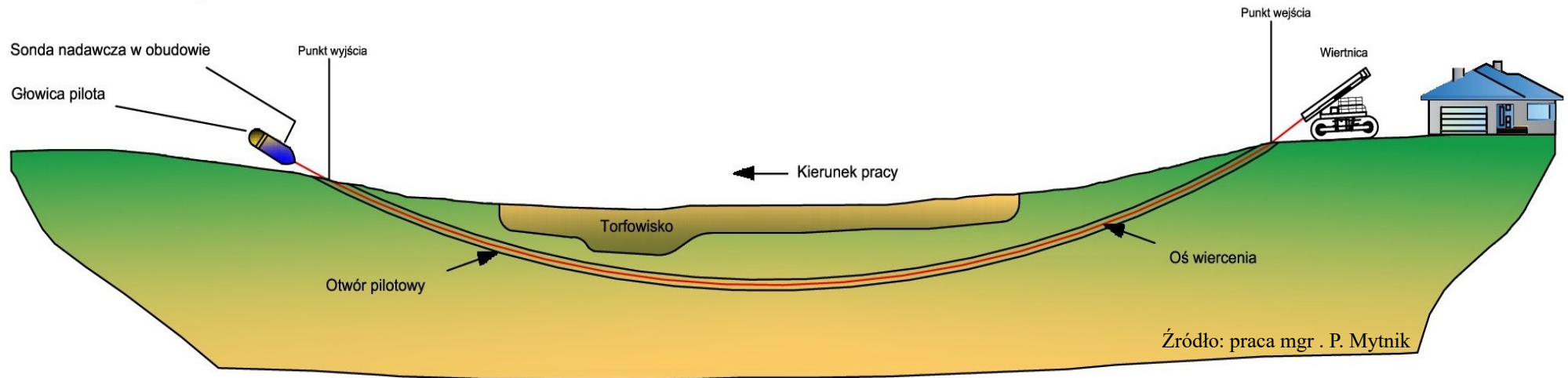


Horyzontalny Otworowy Wymiennik Ciepła - HOWC



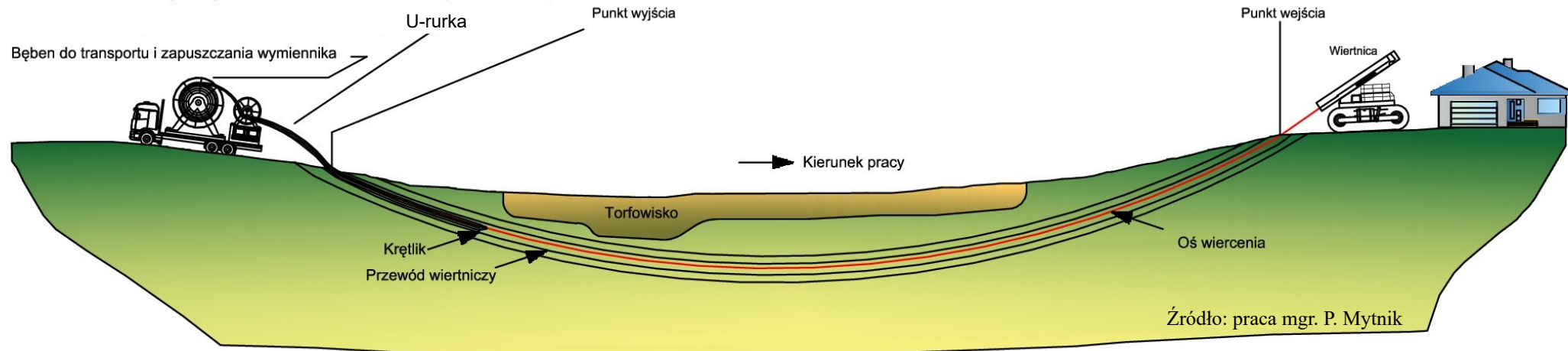
Fazy wykonywania GWC w technologii HDD

Faza 1: Wiercenie pilotowe

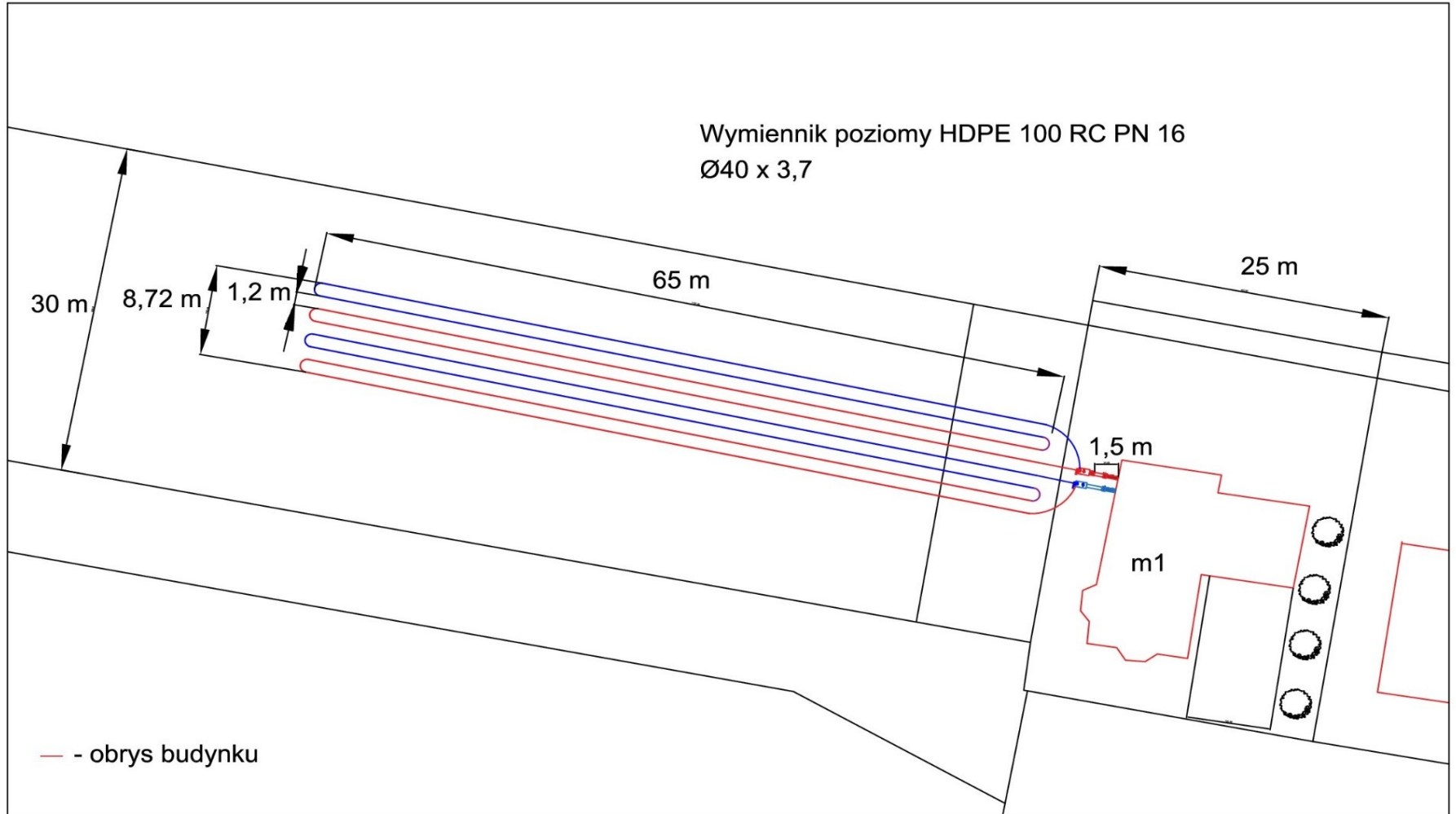


Fazy wykonywania GWC w technologii HDD

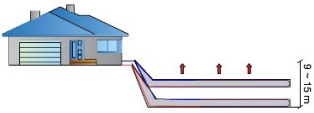
Faza : Instalacja wymiennika



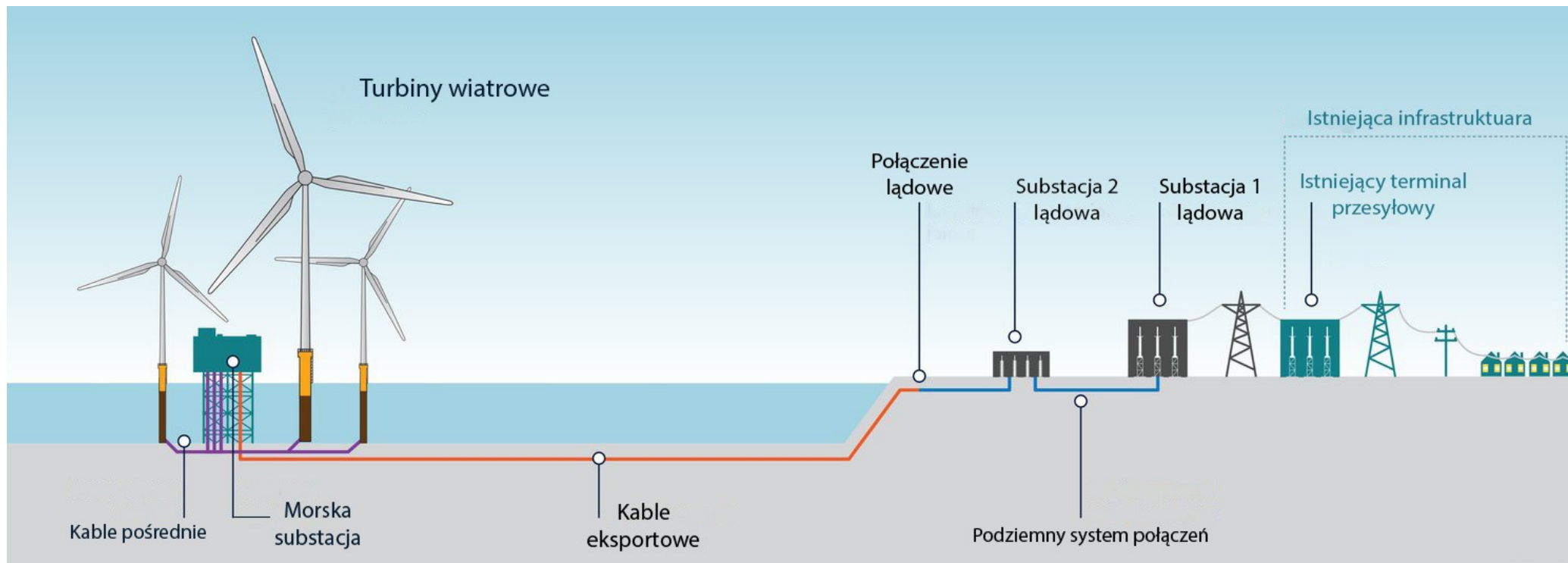
Horyzontalny Otworowy Wymiennik Ciepła



Rys. Schemat sytuacyjny rozmieszczenia HOWC

	Zalety	Wady	Ograniczenia techniczne
<p>HOWC</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ułożenie instalacji możliwe na głębokościach eliminujących możliwość przemrożenia przypowierzchniowej warstwy gruntu. • Brak konieczności prowadzenia w jednym otworze przewodu z chłodnym i ogrzanym nośnikiem ciepła. • Brak oddziaływania na roślinność. • Brak wpływu czynników pogodowych w fazie budowy. • Krótki czas realizacji projektu. • Możliwość układania instalacji pod terenami zielonymi, zurbanizowanymi lub niedostępnymi z powierzchni. • Znaczna pojemność cieplna skał otaczających przewód wymiennika. 	<ul style="list-style-type: none"> • Niewielkie doświadczenie w tego typu instalacjach. • Wymagany specjalistyczny sprzęt. • Konieczność zabezpieczenia dostępu po dwóch stronach przewiertu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wymagana długa działka (raczej prostokątna). • Wytrzymałość na rozciąganie (etap instalacji) i zgniatanie (etap eksploatacji) rurek wymiennika.

Farmy Wiatrowe na Bałtyku



Wykorzystanie energii cieplnej ze ścieków

Potencjał energetyczny

- Ścieki kanalizacyjne i przemysłowe zawierają ciepło odpadowe, typowo w zakresie **10 – 25 °C**, w zależności od pochodzenia i lokalizacji.
- Woda odpływowa z budynków mieszkalnych ma temperaturę ~20–25 °C, przemysłowe mogą być cieplejsze (do 35–40 °C).
- Szacuje się, że w polskich miastach **odzysk energii cieplnej ze ścieków może pokryć 2–5% rocznego zapotrzebowania na ciepło w sieciach ciepłowniczych**, co oznacza setki GWh/rok w dużych aglomeracjach.

Technologie odzysku:

1. Pompy ciepła + wymienniki ciepła

- Ścieki przepływają przez wymiennik, który przekazuje ciepło do medium roboczego pompy ciepła.
- Pompa ciepła podnosi temperaturę wody do poziomu użytecznego (c.o., c.w.u.).
- Typowe COP (Coefficient of Performance) dla pomp ciepła wykorzystujących ścieki: w zależności od temperatury źródła i temperatury wyjściowej.

2. Systemy hybrydowe z siecią ciepłowniczą

- Odzysk ciepła wspomaga główne źródła ciepła w sieci (kotły, elektrociepłownie).
- Możliwe sterowanie przepływem w zależności od zapotrzebowania budynków.

3. Bezpośrednie wykorzystanie ciepła odpadowego

- Przykładowo do ogrzewania wody basenowej, wody procesowej w zakładach przemysłowych.
- Ograniczone do sytuacji, gdy temperatura ścieków jest wystarczająca do konkretnego zastosowania.

Wyzwania i ograniczenia:

Temperatura i przepływ – niższa temperatura ścieków zmniejsza COP pomp ciepła.

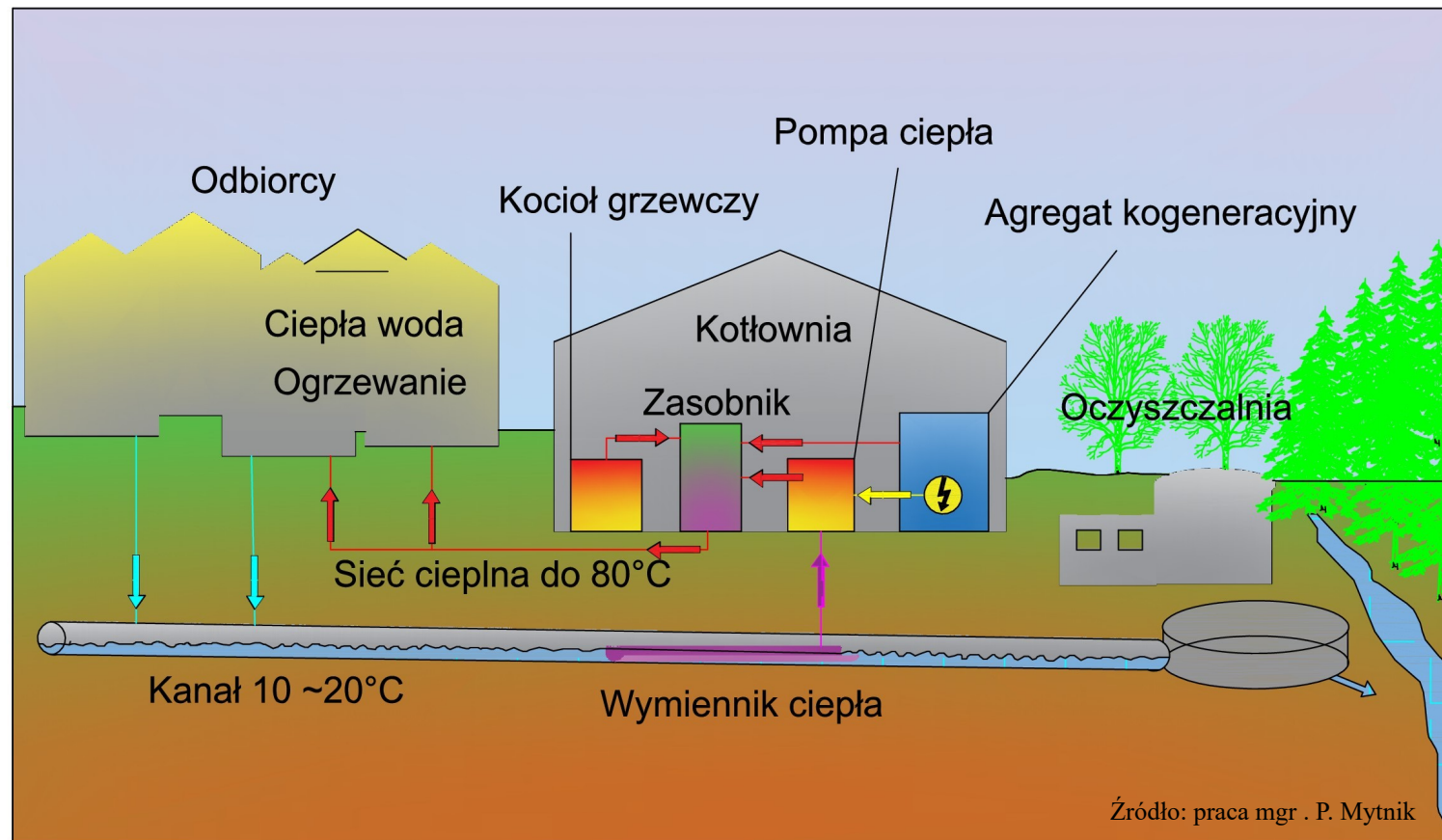
Zanieczyszczenia – osady, tłuszcze, biofilm wymagają odpornych wymienników i regularnego czyszczenia.

Regulacje środowiskowe – ochładzanie ścieków nie może zaburzać procesów biologicznych ani wpływać negatywnie na środowisko wodne.

Koszty inwestycyjne – wymienniki ciepła, pompy ciepła, infrastruktura przesyłowa.

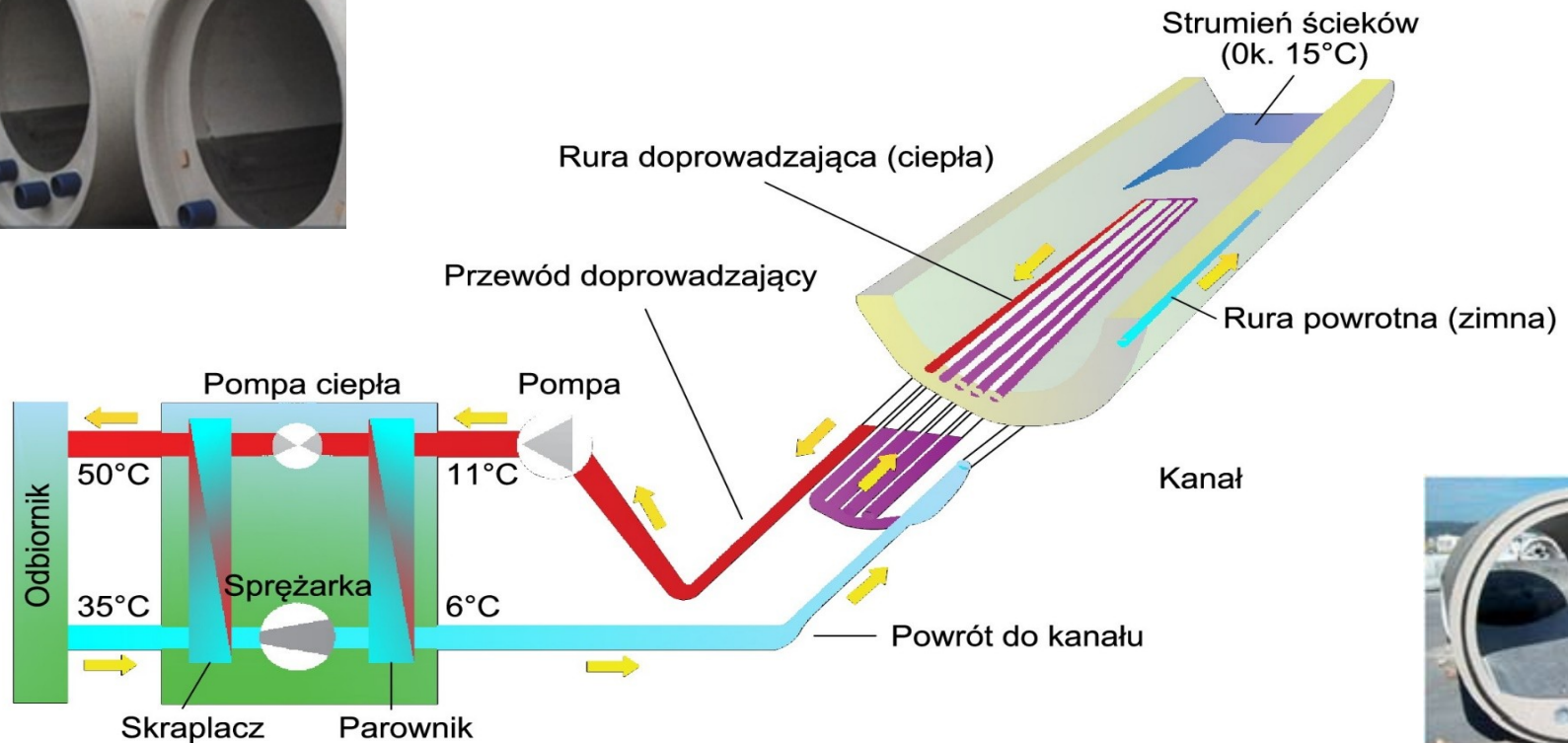
Ekonomia – opłacalność zależy od lokalnych cen energii i wsparcia inwestycji (dotacje, taryfy ciepła).

Bezwykopowe metody budowy przewodów kanalizacyjnych z wbudowanymi wymiennikami ciepła

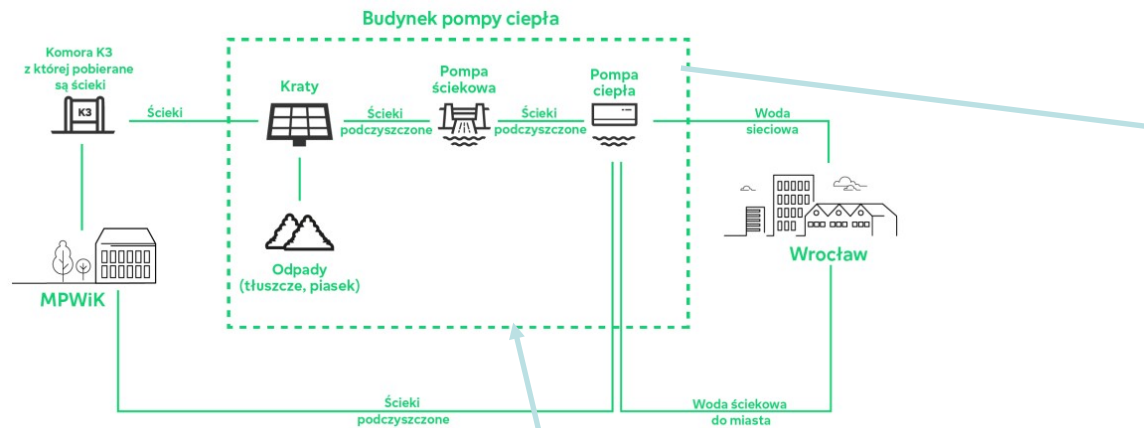


Rys. Schemat instalacji odbioru ciepła ze ścieków za pomocą wymiennika ciepła.

Przykładowa konstrukcja przewodów kanalizacyjnych z wbudowanymi wymiennikami ciepła



Schemat instalacji odzysku ciepła z kanalizacji przy wykorzystaniu wymiennika ciepła w kanale oraz pompy ciepła (źródło: na podstawie Rynek Instalacji)



<https://www.facebook.com/watch/?v=996171299302583>

Przykłady wdrożeń:

- **Wrocław, Polska (projekt WROMPA):** pompa ciepła o mocy 12,5 MW wykorzystująca ścieki miejskie do zasilania sieci ciepłowniczej. (<https://www.gov.pl/web/klimat/budowa-pompy-ciepła-bedacej-no-wym-zrodlem-zasilania-dla-miejskiej-sieci-cieplowniczej-we-wroclawiu>)
- **Miasta w Europie:** m.in. Hamburg, Amsterdam, Sztokholm – wykorzystanie sieci kanalizacyjnych i pomp ciepła w infrastrukturze miejskiej.



Układ odzysku ciepła ze ścieków dla wysokiego budynku (28 pięter) Wintower, Niemcy umożliwia odzyskanie ok. 600 kW mocy grzewczej (źródło: Rynek Instalacji 12/2023)

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

***Technologie bezwykopowe na rzecz rozwoju
energetyki rozproszonej***

Dr hab. inż. Jan Ziąja. Prof. AGH