

Hybrid REPS

HYBRYDOWE i ODNAWIALNE SYSTEMY ELEKTROENERGETYCZNE

Źródeł Rozproszonych i Mikro Sieci

5th DH&C > 6th GES

Sieci Energetyczne Szóstej Generacji



mgr MSc MBA

Krzysztof Droń ,bio'

Krzysztof Droń jest menedżerem i doradcą inwestycyjnym z 30-letnim doświadczeniem, jako PM, dyrektor i prezes zarządu w WS Atkins Group (obecnie AtkinsRealis www.atkinsrealis.com) i Dor Group, (www.dor.pl), wprowadzając największych globalnych graczy na rynek polski, m.in. takich jak Tesco (www.tesco.com), Vamed (www.vamed.com) i Saubermahcer (www.saubermacher.com). Pracował z inwestorami z Anglii, US, Kanady, Francji, Austrii, krajów arabskich z różnych dziedzin działalności gospodarczej wprowadzając i reprezentując na Rynku Europy Centralnej w zakresie procesów prywatyzacyjnych, inwestycji komercyjnych, wykorzystania funduszy europejskich i inwestycji przemysłowych.

Posiada krajowe i międzynarodowe wykształcenie uzyskane na uczelniach:

- Uniwersytet Warszawski – Wydział Geologii, specjalizacja Hydrogeologia
- University of Manchester – Env. Science & Policy (Nauki i Polityki Ochrony Środowiska)
- University of Minnesota i SGH – MBA Master of Business Administration

Prowadził interdyscyplinarne zespoły ekspertów pracujących dla takich klientów jak: Tesco, Castorama, Glaxo Welcome, Pratt & Whitney, Toyota, LNM, Technicolor, Plaza Centres, instytucje rządowe, ministerstwa i banki (EBRD, Citibank, PKO SA, Rheinyp-BRE, Creditanstald etc.) przy projektach centrów handlowych, hoteli, dróg, logistyki, mieszkaniowych, energetycznych, w przemyśle papierniczym, projektów lotniskowych i innych o wartościach ponad 100 mln zł.

Założył **GTE2050 – Grupę Transformacji Energetycznej 2050** składającą się z ponad 30 polskich specjalistycznych firm z szeroko rozumianego rynku elektro-energetycznego.

GTE2050 to multi – kompetencje :

- **PROJECT DEVELOPMENT** dużych projektów wielofunkcyjnych
- **AUDYTY i ANALIZY** Efektywności Energetycznej (IT – AutoAudit EFEN)
- **KONCEPCJE TECHNICZNO EKONOMICZNE** elektroenergetyki firm, zakładów i projektów
- **OFF GRID, ROZWIĄZANIA WYSPOWE, SPOŁECZNOŚCI ENERGETYCZNE**
- **SYSTEMY OŚWIETLENIA** budynkowego, przemysłowego i drogowego (IT - LEDMICON)
- **SYSTEMY SPRĘŻONEGO POWIETRZA** (IT - CALMS)
- **ZARZĄDZANIE ENERGIAŁ i BLIŹNIAKI CYFROWEIT: IT / IoT / SI / Automatyka** (IT/SI - PERCEE)
- **TRANSFORMATORY SIECIOWE** analityka i modernizacja (IT - TRAFORAGE)
- **PROJEKTOWANIE i WYKONAWSTWO** instalacje i ciągi przemysłowe (projektowanie, Generalne Wykonawstwo, linie technologiczne, prądy od niskich do wysokich)
- **GIS, mapy solarne, 3D**
- **OZE: PV, FPV, BIPV, turbiny wiatrowe i wodne** (Dobór, Projektowanie, Wykonawstwo)
- **MAGAZYNZ ENERGII: LiFePO4 , Wanadowe przepływowe, CAES, TES, PHS**
- **BIOGAZ – BIOMETAN - CNG - LNG**
- **SYSTEMY CIEPŁA i CHŁODU, HVAC, HT-IHP, MVR**
- **GOSPODARKA ODPADAMI ,Zero Waste', RDF - paliwa alternatywne, współspalanie**
- **WSPÓŁPRACA NAUKOWA: Politechnika Śląska, ZET Szczecin, BEST Graz, AIT Wiedeń**

Jakie muszą być systemy 2025 !

1. BEZPIECZENE

(na czas pokoju – COVID19 i wojny – Rosja/Ukraina)

2. ODPORNE

(awarie, cyberataki, błędy ludzkie, blackout-y)

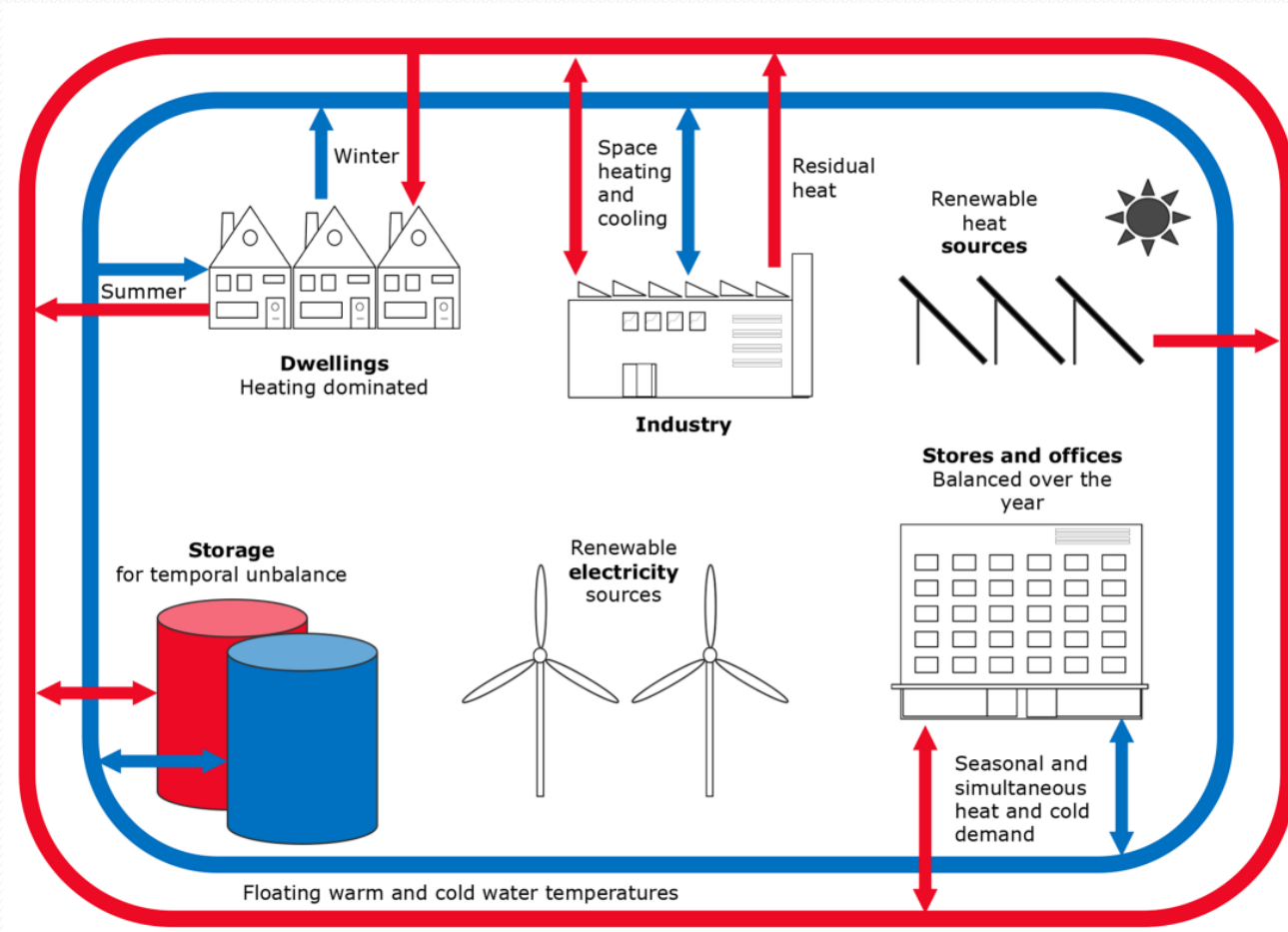
3. AUTONOMICZNE (także technologicznie)

(decyzyjność, optymalizacja zasobów, dopasowanie)

4. NIEZALEŻNE

(demokratyzacja, humanizacja, wolność)

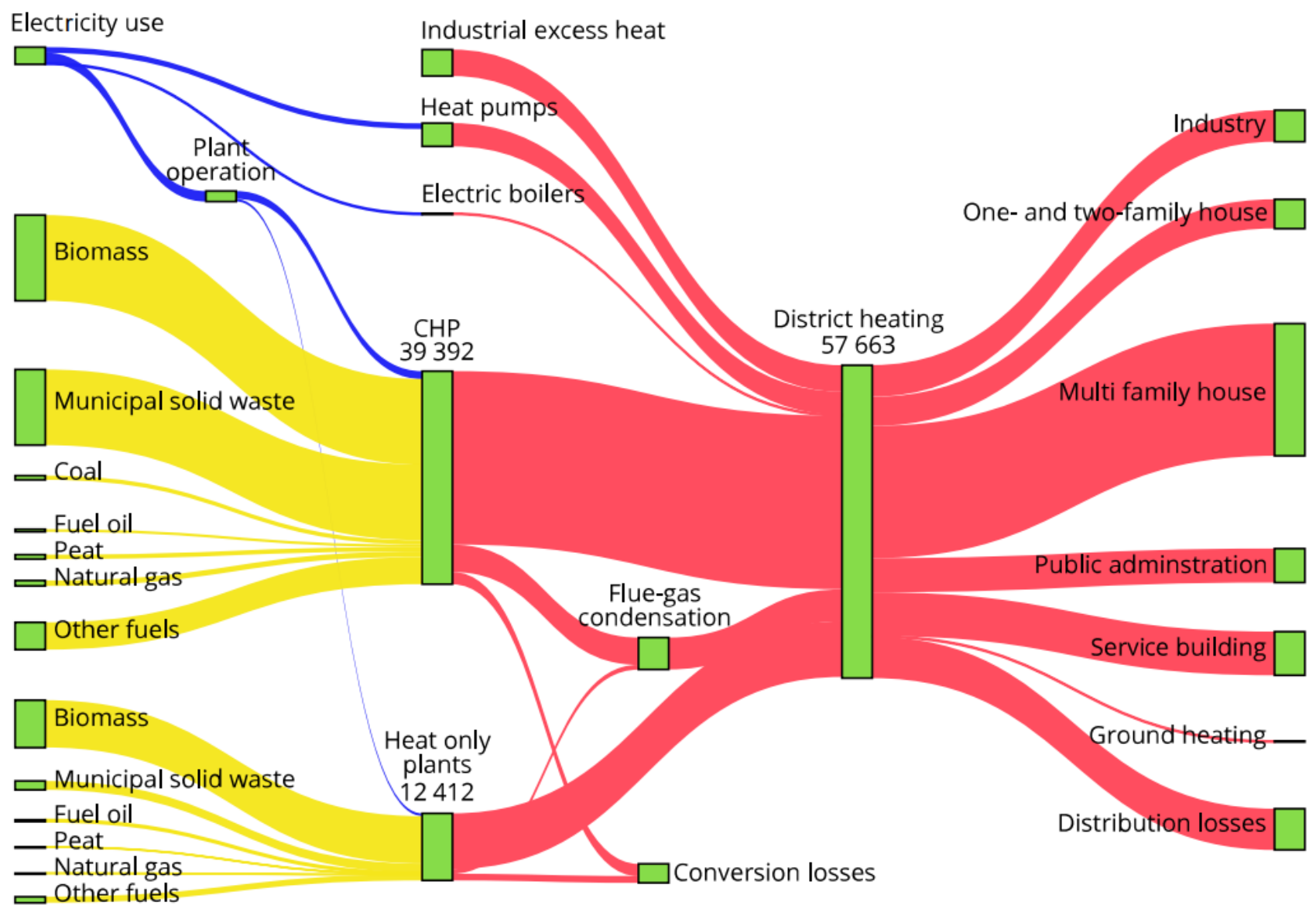
5tej Generacji Sieciowe Miejskie Ogrzewanie i Chłodzenie:



Cyrkularność Systemów & Ekonomia Cyrkularna!

Szwecja:

Diagram Sankey dla bilansu ciepła miejskiego



Przyszłe generacje systemów ciepłowniczych powinny opierać się na energii odnawialnej i ułatwiać znaczne zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło.

Autorzy zdefiniowali pewne właściwości, które powinny posiadać przyszłe, czyli czwarte generacje systemów ciepłowniczych, aby mogły one spełniać swoją rolę w zrównoważonych systemach energetycznych.

Są to:

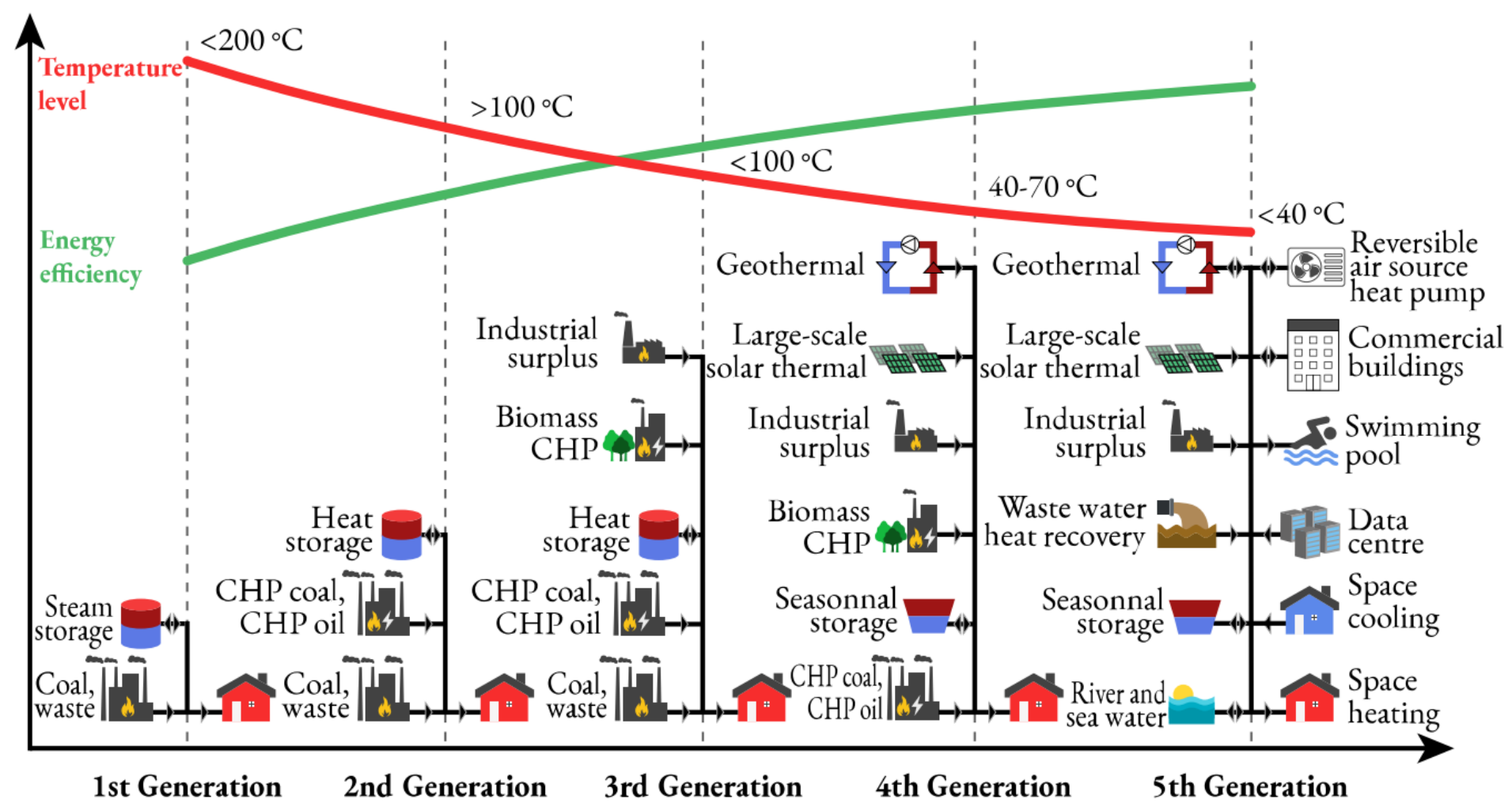
- 1. zdolność do dostarczania ciepła o niskiej temperaturze zarówno do istniejących,**
- 2. niskie straty sieciowe;**
- 3. zdolność do recyklingu ciepła i integracji odnawialnych źródeł energii;**
- 4. zdolność do bycia zintegrowaną częścią odnawialnego systemu multi energetycznego (MES), w tym chłodzenia;**
- 5. posiadanie solidnego modelu biznesowego, również w okresie przejścia na odnawialne źródła energii.**

5GDHC - Buffa et al. (2019); Bünning et al. (2018).

Systemy 5GDHC działają w temperaturach zbliżonych do temperatury gruntu i umożliwiają dwukierunkową wymianę ciepła i chłodu między połączonymi budynkami, ułatwioną przez sezonowe magazynowanie. W ten sposób całkowite zapotrzebowanie na energię w dzielnicy może zostać znacznie zmniejszone, a źródła odnawialne, takie jak energia słoneczna termiczna lub geotermalna, mogą zostać włączone w celu pokrycia pozostałego zapotrzebowania.

1 st Generation	2 nd Generation	3 rd Generation	4 th Generation	5 th Generation
1880 – 1930	1930 – 1980	1980 – 2020	2020 – 2050	> 2020
Parowy: Rury parowe w betonowych kanałach.	Ciśnieniowy system gorącej wody. Sprzęt ciężki.	Rury preizolowane. Przemysłowe, kompaktowe podstacje.	Niskie zapotrzeb. energetyczne. Energia Smart: interakcja źródeł en.	Dwukierunkowa ciepła i chłodu. Bez strat, rury plastikowe, modułowy.

Modelling and Simulation of the Fifth-Generation District Heating and Cooling



Sieć 5-tej Generacji od 2020:

- Sieć dwukierunkowa
- Ciepła i chłodu.
- Bez strat
- Rury plastikowe
- System modułowy.

➤ **GEOTERMIA**

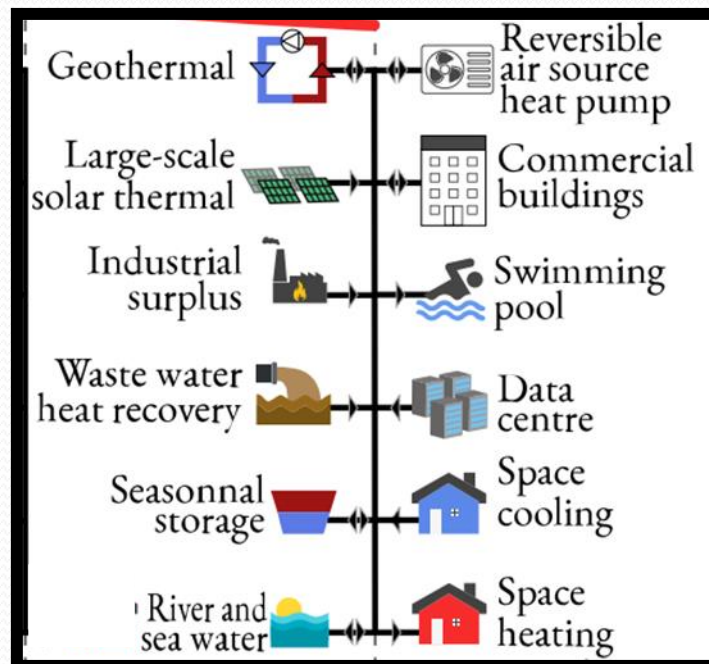
➤ **Wielkoskalowe SOLARY**

➤ **Nadwyżki Przemysłowe**

➤ **Odzysk Ciepła Odp.**

➤ **Magazyny Sezonowe**

➤ **Wody rzeczne i woda morską**



➤ **Rewersyjna powietrzna pompa ciepła**

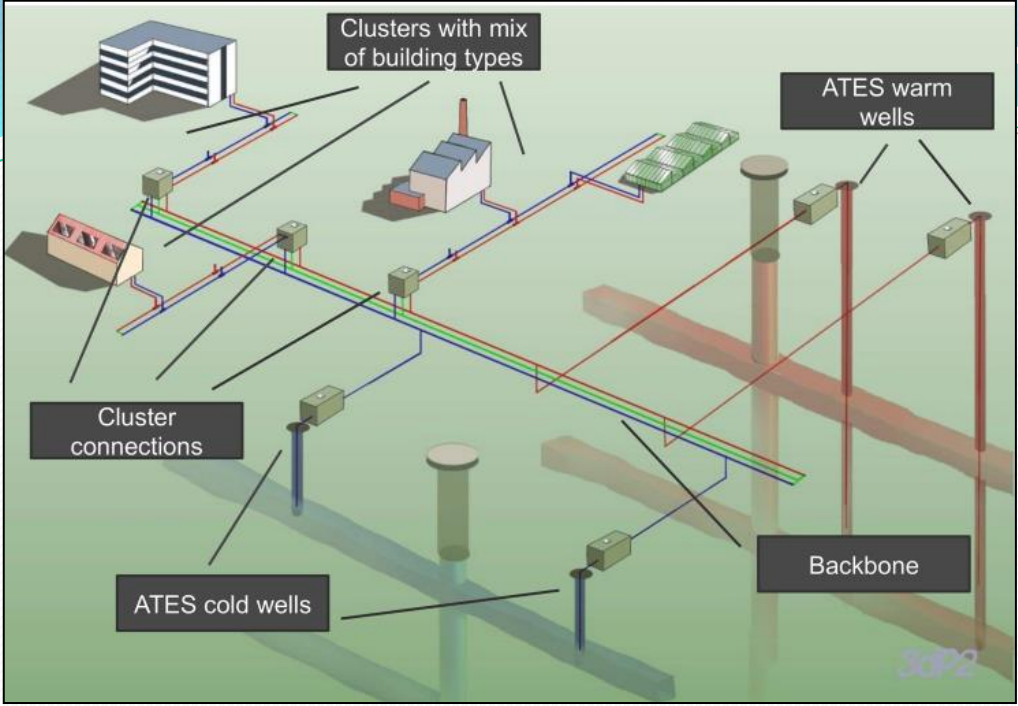
➤ **Budynki komercyjne**

➤ **Baseny / lodowiska**

➤ **Centra danych**

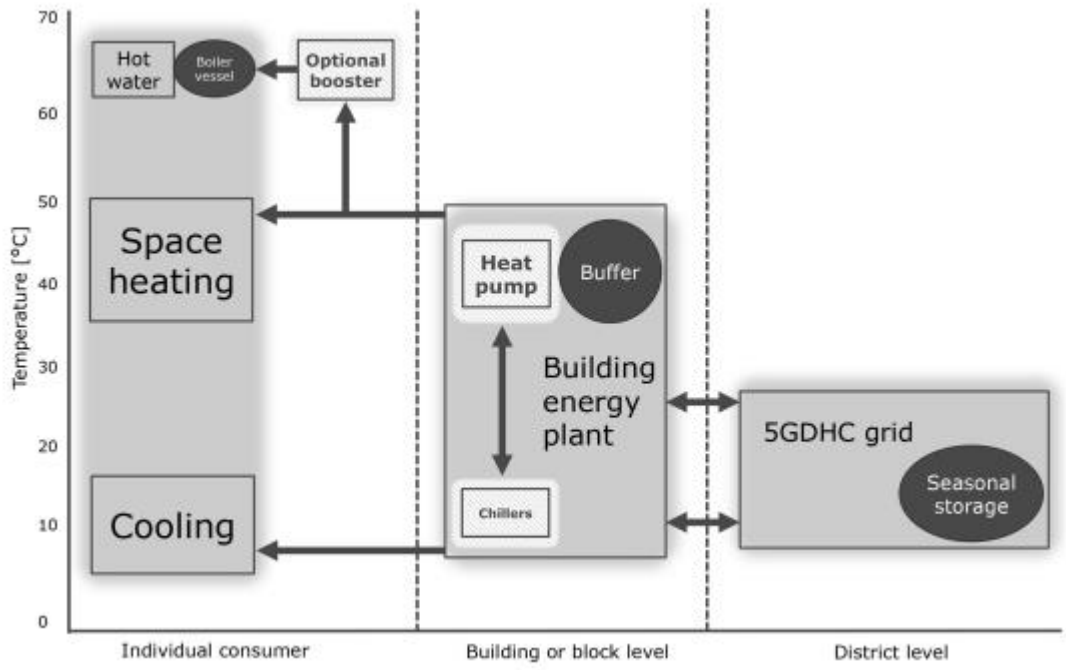
➤ **Chłodzenie budynków**

➤ **Ogrzewanie budynków**



Artystyczna wizja systemu Mijwater.

Rysunek przedstawia trzy połączenia klastrów, rury magistralne oraz studnie ciepłe i zimne.
Mijwater B.V.



Przegląd indywidualnego połączenia w 5GDHC:

Można wyróżnić kilka poziomów temperatury, przy czym temperatura jest podwyższana tylko w miarę możliwości jak najbliżej strony popytu.

Systemy 5GDHC będą miały znaczną liczbę stopni swobody.

Znajduje to odzwierciedlenie na rys. powyżej, na którym przedstawiono poziomy temperatury i pompy ciepła dla poszczególnych połączeń.

Działanie systemu 5GDHC będzie musiało uwzględniać między innymi temperatury sieci, temperatury zasilania i powrotu pomp ciepła budynku, wielkość i temperatury magazynów oraz temperatury źródeł i czas działania.

Każdy poziom temperatury ma swoje własne pompy ciepła i bufony, z opcjonalną pompą ciepła do produkcji ciepłej wody użytkowej na wypadek, gdyby zwykła pompa ciepła nie była w stanie osiągnąć wystarczająco wysokich temperatur.

Cechy te, w połączeniu z integracją odnawialnych źródeł energii elektrycznej, sprawiają, że 5GDHC jest w rzeczywistości **wielofunkcyjnym systemem energetycznym (MES)**.

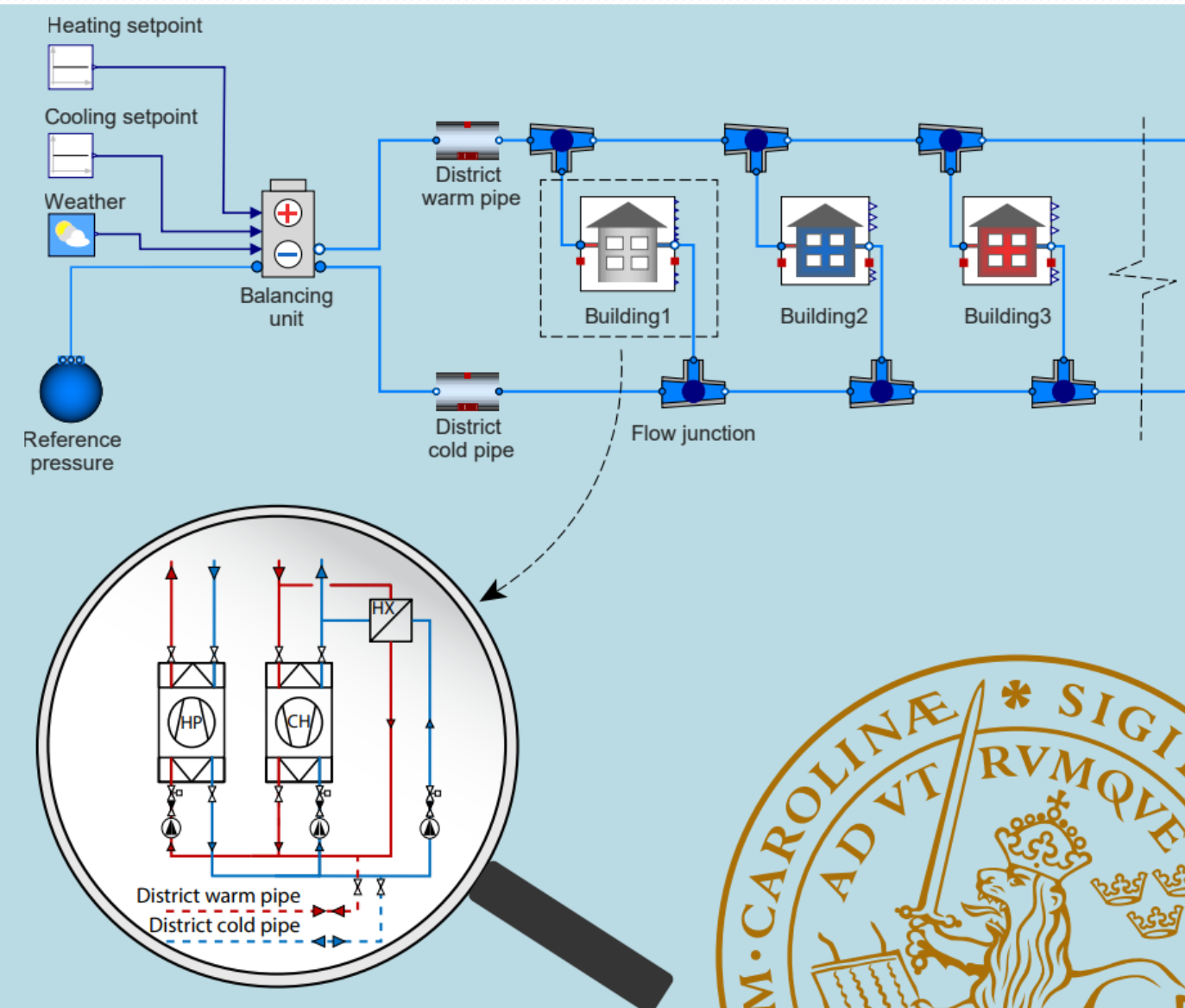
System DHC Mijnwater w Heerlen w Holandii jest technologicznie jednym z najbardziej zaawansowanych systemów 5GDHC (Buffa et al., 2019).

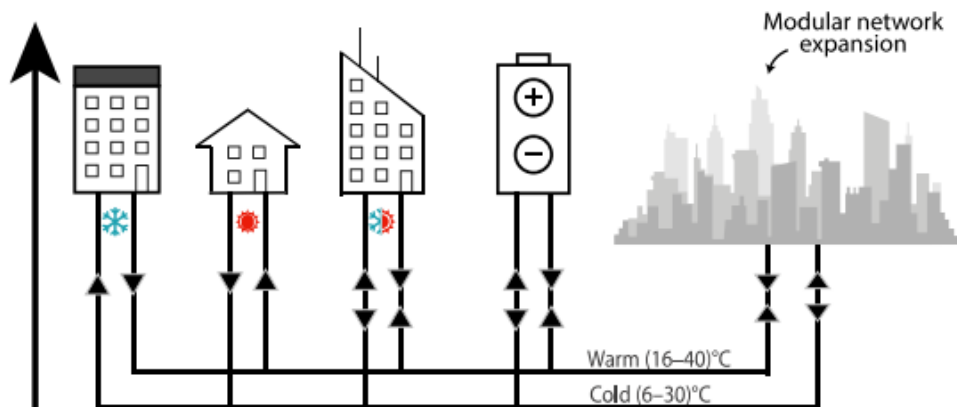
Pierwotnie lokalna sieć ciepłownicza i chłodnicza wykorzystująca zalane kopalnie węgla jako źródło geotermalne niskiej temperatury została przekształcona w miejską inteligentną sieć DHC, obejmującą kilka zdecentralizowanych źródeł ciepła (Verhoeven et al., 2014; CE Delft, 2018).

Obejmuje to centrum danych, ciepło resztkowe z lodówek supermarketowych i z małych procesów przemysłowych, a także ciepły przepływ powrotny z chłodzenia pomieszczeń wpodłączonych budynkach.

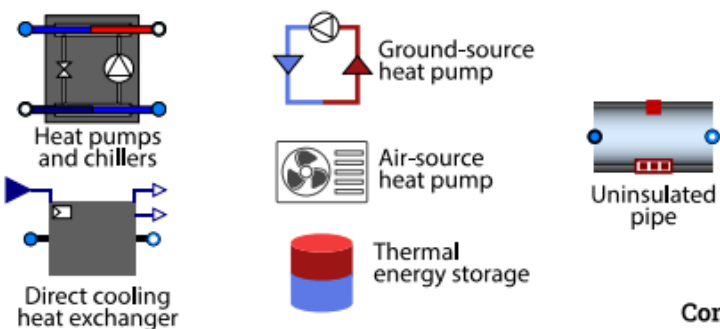
Obecnie Mijnwater obsługuje ponad 200 000 m² powierzchni użytkowej budynków.

Lund University - FACULTY OF ENGINEERING





System level



```
model HeatPump
  parameters
  ...
equation
  ...
end HeatPump;
```

```
model HeatExc
  parameters
  ...
equation
  ...
end HeatExc;
```

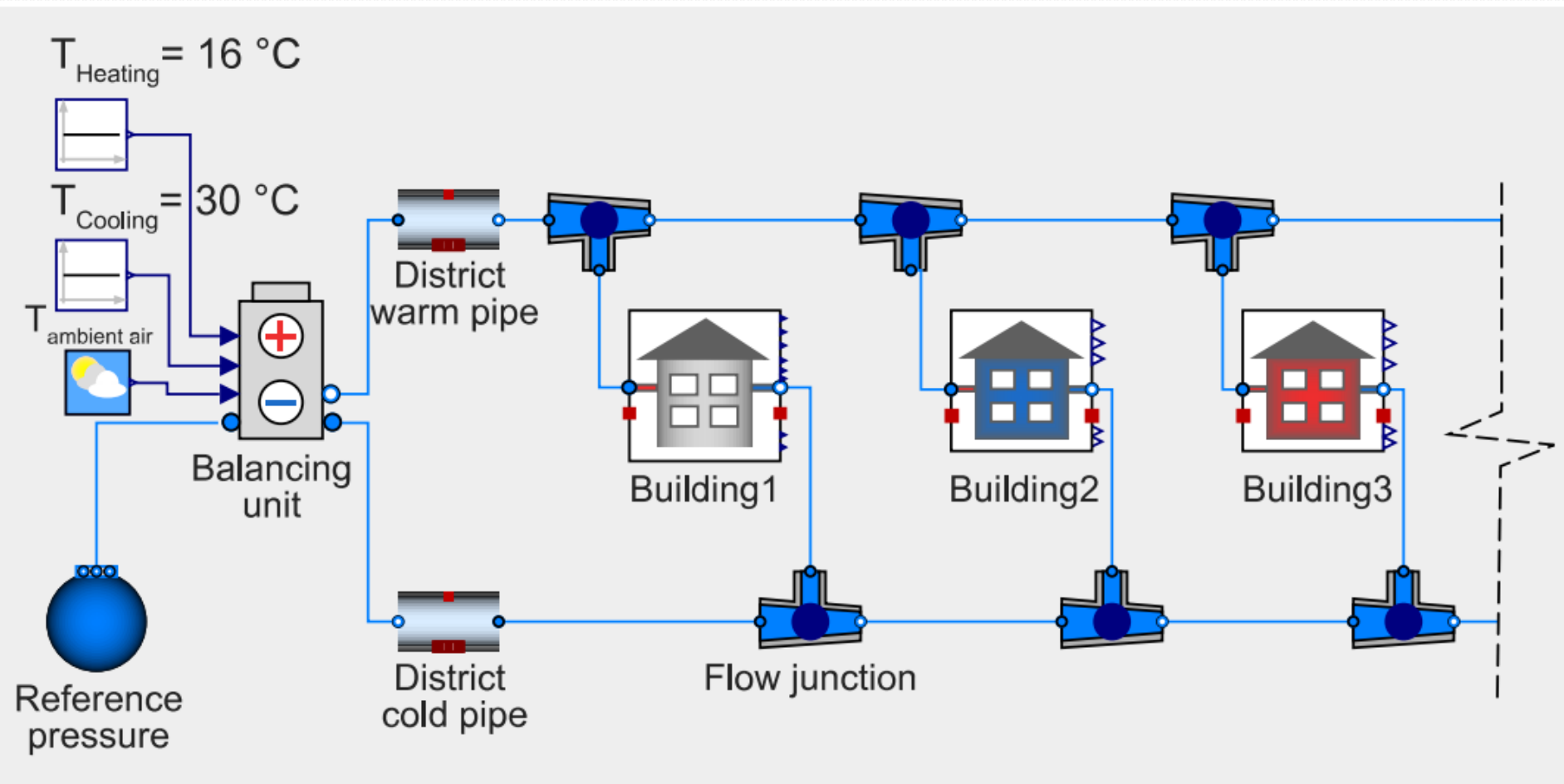
```
model Pipe
  parameters
  ...
equation
  ...
end Pipe;
```

Physical behaviour
in Modelica syntax

Level of Abstraction

Architektura 5-tej generacji Systemu Ogrzewania i Chłodzenia.

Diagram modelu pokazującego 5tej generacji systemu ciepła i chłodu.



SZWECJA:

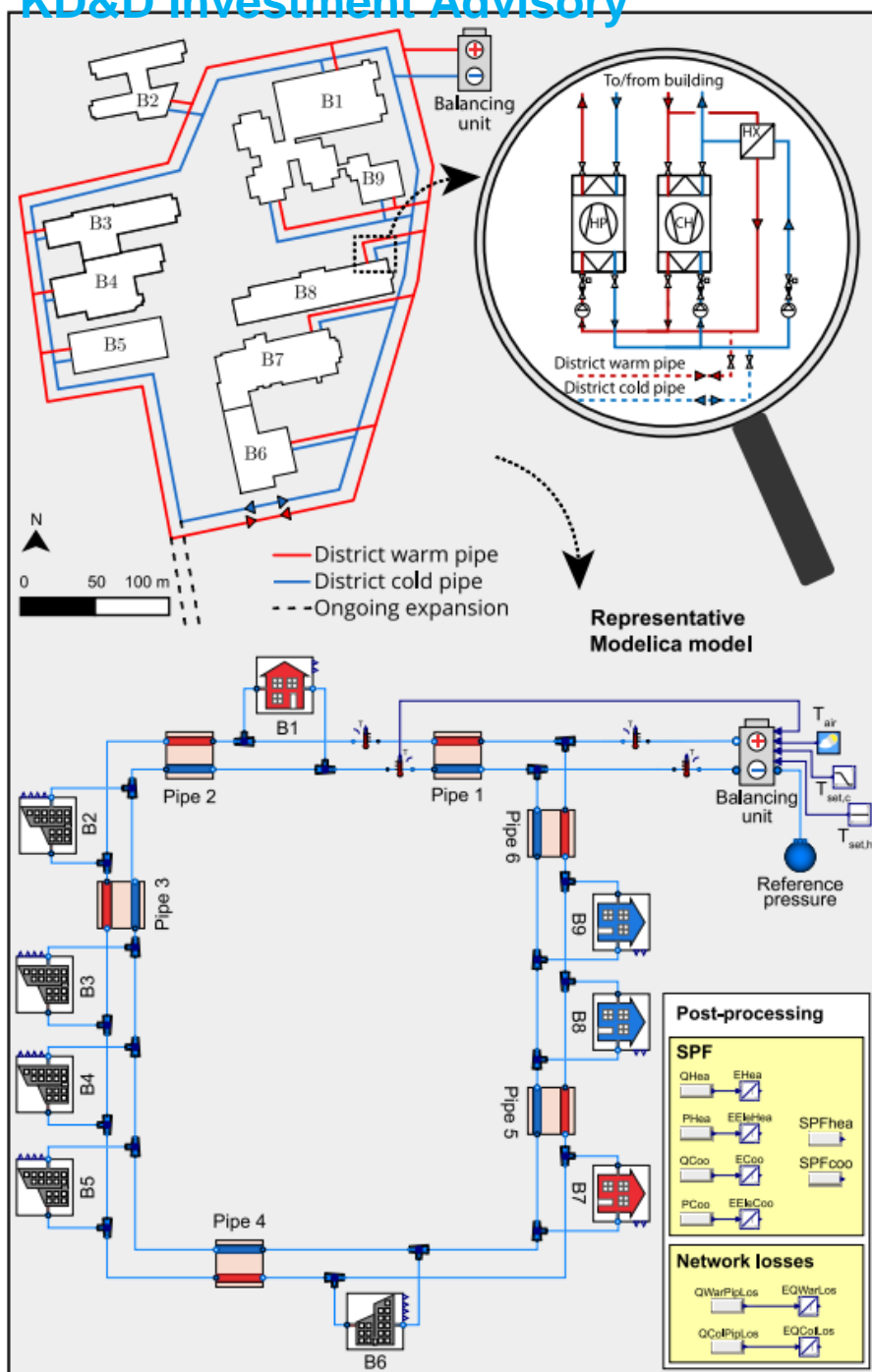
System został zaprojektowany w celu połączenia 15 budynków na terenie kampusu, z których pięć zostało uwzględnionych podczas przeprowadzania analizy.

Budynki zostały wybudowane w latach 70. XX wieku i mają różne przeznaczenie, w tym biura, obiekty badawcze, sale konferencyjne, hale sportowe i jadalnie.

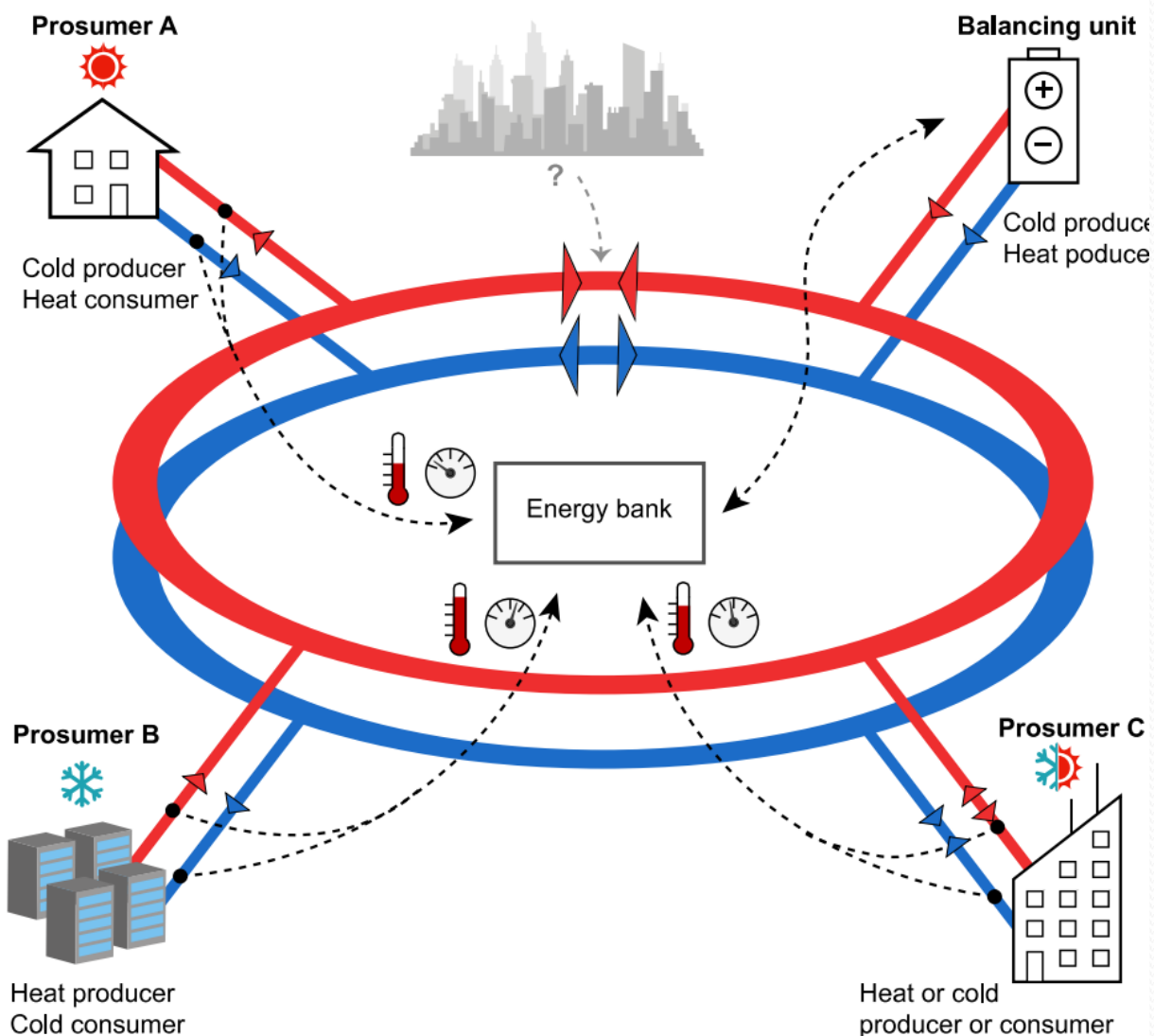
System zasilania energią składał się z tradycyjne ogrzewanie i chłodzenie dzielnicowe z czterema rurami wskazującymi zasilanie i powrót.

W 2018 r. system energetyczny został zmodernizowany i wyposażony w system 5GDHC z nową dwururową siecią dystrybucyjną, nowymi zdecentralizowanymi podstacjami oraz nowym źródłem energii i/lub odbiornikiem energii, zwanym jednostką bilansującą.

***Illustration of Case study (top) and the representative Modelica model (bottom).**



Wirtualny model biznesowy:

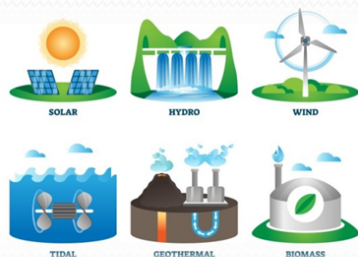


- Sieć ciepłownicza i chłodnicza piątej generacji z bankiem energii .
- Bank energii najpierw kwantyfikuje wkład każdego prosumenta w bilans energetyczny sieci.
- Następnie szacuje odpowiednią cenę energii na fakturze dla każdego prosumenta.

Cyrkularna Elektroenergetyka i Nadrzędny System Sterowania Energią



Akumulatory
(ee, ec, em, H₂, ...
fizyka obiektu)



Odnawialne
źródła
energii

Straty

Odbiorniki
energii
elektrycznej

Ładowanie EV
sprzedaż ee, H₂

POBÓR

Energia
elektryczna

Powielacze
energii

Odzysk
energii

ZUŻYCIE

Paliwa lub
ciepło sieciowe

Kogeneracja

Odbiorniki
ciepła,
CO, CT
CWU
i chłodu

Sprzedaż C/Ch

3E concept' GTE2050

CAŁOŚCIOWA KONCEPCJA USŁUG TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

SYSTEMY GODPODAROWANIA ENERGIAMI
 BEZPIECZEŃSTWO - KOSZTY – EMISJE – IoT - SI



OZE
 5tej GSE
 Sieci En.



Magazyny
 RE-Produkcja
 Multiplikacja



Minimalizacja
 Odzysk
 Optymalizacja

5-tej GENERACJI SYSTEMY ENERGETYCZNE
 PRĄD – CIEPŁO – CHŁÓD – INFORMACJA – CYRKULARNOŚĆ

CASE1: Wienerberger

Przemysłowa pompa ciepła w obiegu zamkniętym.



Zastąpienie gazu ziemnego dało następujące rezultaty:

- Oszczędność energii na poziomie **84%**
- Redukcja emisji CO2 na poziomie **80%**

CASE2:



Combining benefits of well-known systems/ components



ectogrid™

Shared energy for a sustainable city

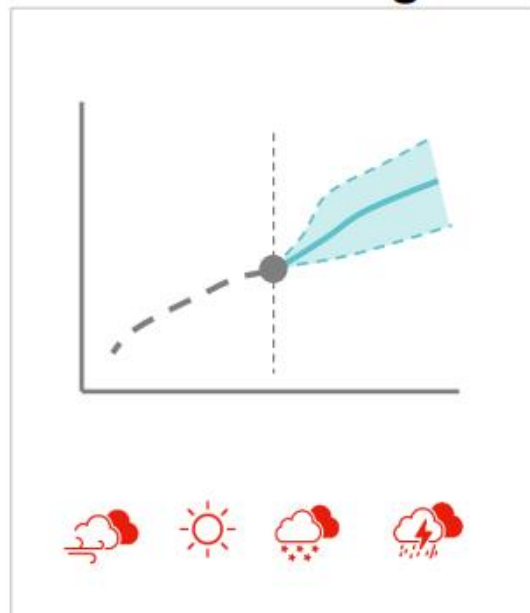


Szwecja: 5thGDH&C Ectogrid

Sieć Ciepła i Chłodu 5-tej Generacji

Unique ectocloud™ functionality

Forecasting



Data collection

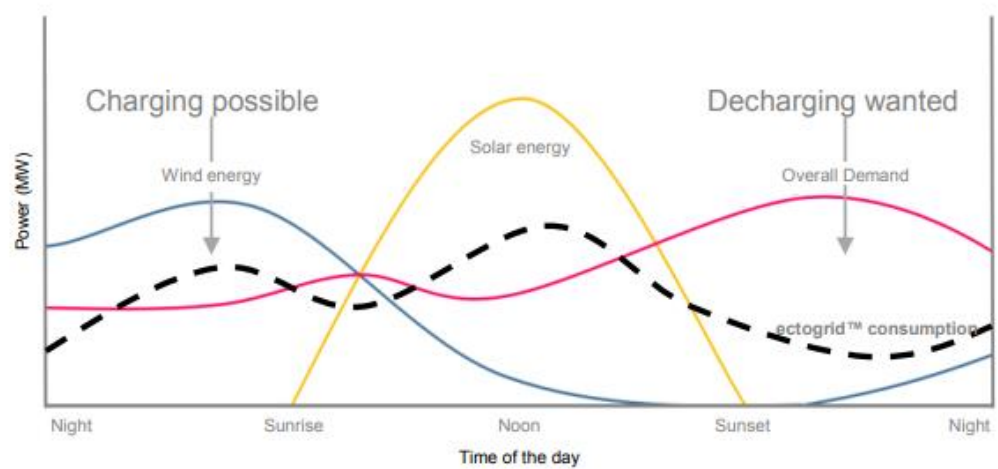


Steering

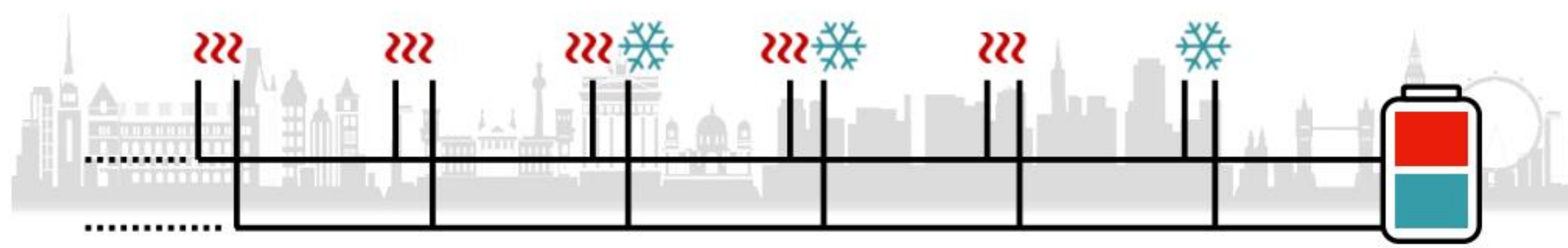


ectocloud™ creates and captures flexibility

Renewable production and consumption in defined area



- ectogrid™
- consumption
- demand
- Solar energy
- Wind energy



Centrum
Biurowo Komercyjne

5thGDH&C

- Energia pierwotna **minus 78%**
- Rachunki **minus 20%**
- „Zero emisyjny” system energetyczny

Ciepło miejskie
Chłód miejski

District heating
10 GWh



District cooling
4 GWh



14 MW

Energia Pierwotna

ectogrid™

3 MW

Primary energy
3 GWh



Balanced energy
11 GWh

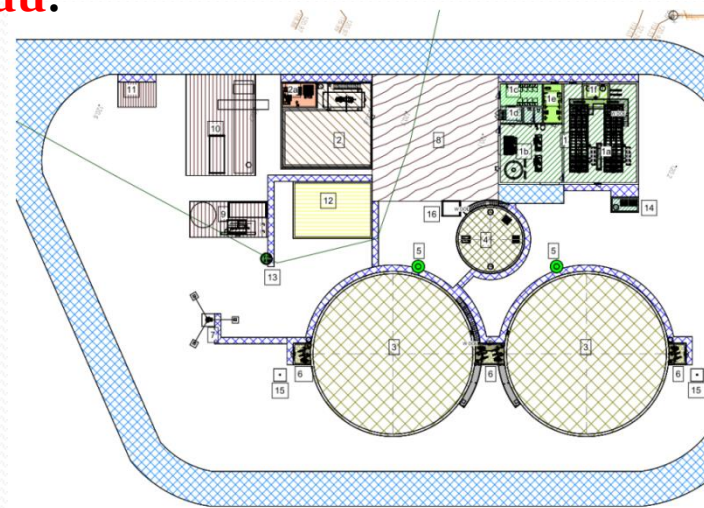
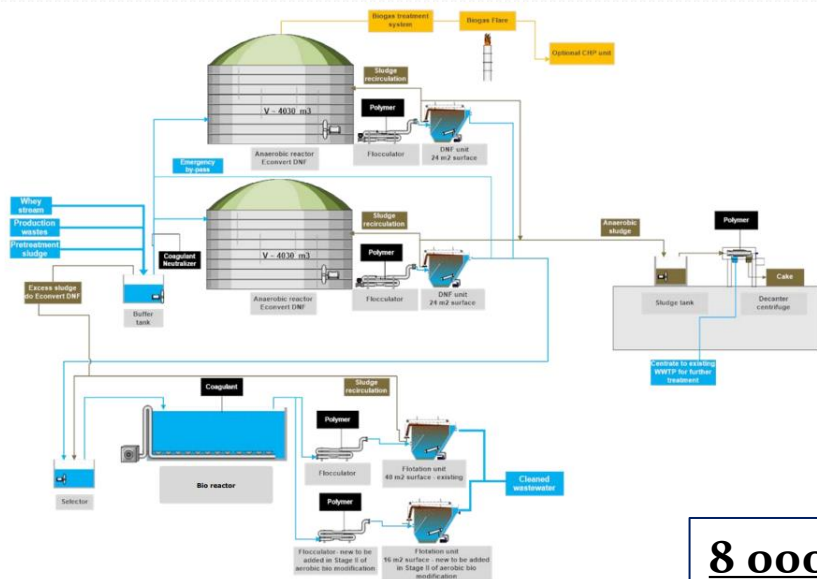


Energia Zbilansowana

11 MW

CASE3: Przemysł Spożywczy

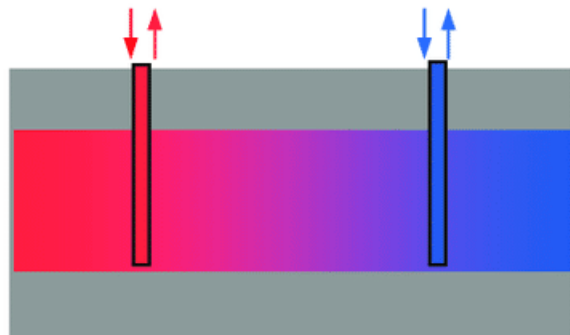
- Biogazownia – obieg zamknięty i wykorzystanie odpadów poprodukcyjnych z mleczarni – **produkcja ciepła i prądu.**



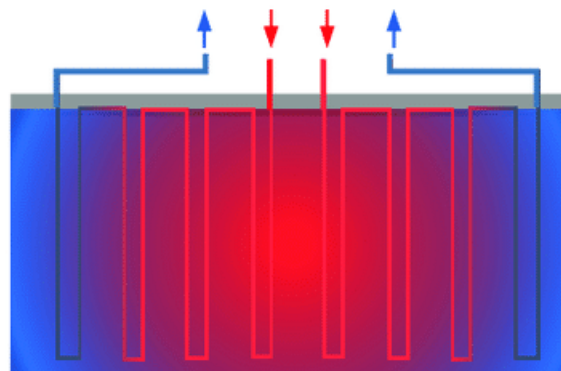
$8\ 000\ \text{MWh} \times 1000\ \text{zł/MWh} = 8\ \text{mln zł/rok}$
Koszt inwestycji ok. 35 mln zł.

Min excess gas in case boiler is used for own heat supply	11223 m3/d
Energy value of excess gas	67341 kWh/d
Energy value of total gas production per d (heat)	74239 kWh/d
Energy value of total gas production per h(heat)	3093 kWh/h
Electrical efficiency CHP	min. 41%
Electrical power generated	approx. 1.2 MW
Heat recovery	min. 41%
Recoverable heat	approx. 1.2 MW

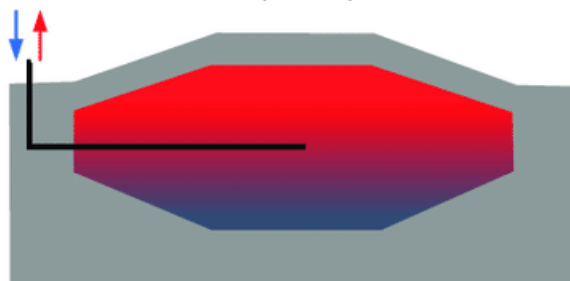
Redukcja EP -80%



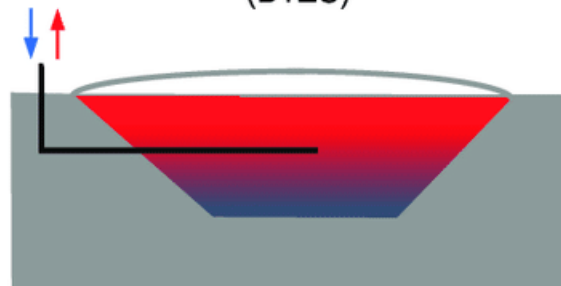
(a) Aquifer Thermal Energy Storage (ATES)



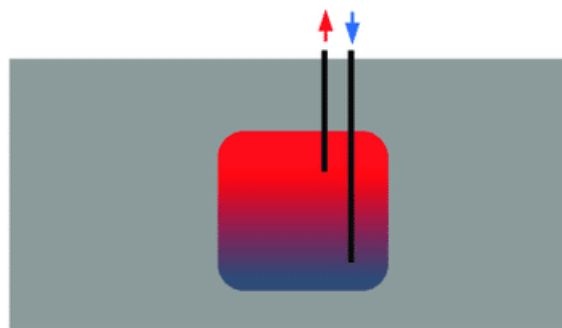
(b) Borehole Thermal Energy Storage (BTES)



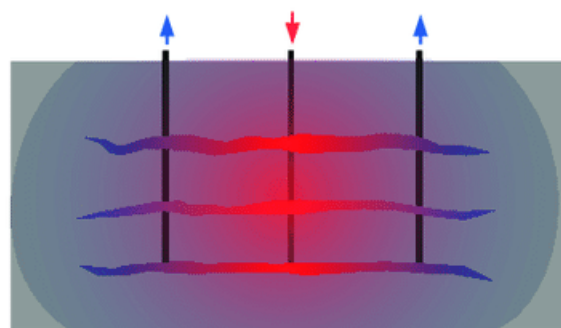
(c) Tank Thermal Energy Storage (TTES)



(d) Pit Thermal Energy Storage (PTES)



(e) Cavern Thermal Energy Storage (CTES)



(f) Fractured Thermal Energy Storage (FTES)

Magazyny Energii Ciepłej

CASE4: TES S&R: Termalna Bateria Piaskowa

Magazyn Śniegu i Lodu

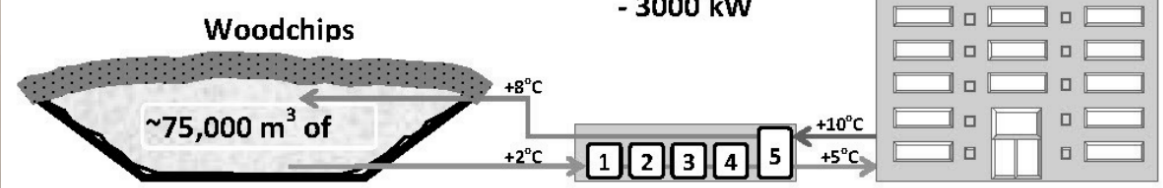


MAGAZYN CIEPŁA 600°C
i PRODUKCJA PRĄDU

1. Coarse filter
2. Oil and gravel filter
3. Pumps
4. Automatically rinsed fine filter
5. Heat exchanger



CIEPŁO
do 700°C
PARA
do 540°C



Supplied cooling
- 3000 MWh
- 3000 kW

Solar assisted district heating system with seasonal thermal energy storage in Eggenstein - Leopoldshafen.

System ogrzewania miejskiego wspomagany energią słoneczną z płaskimi kolektorami o powierzchni 1600 m² i sezonowym magazynowaniem energii.



District Heating



Case Highlights	Values
COP	2.8
Thermal power output	1.3 MW _{th}
Thermal power input	0.9 MW _{th}
Working fluid	Butane
CO ₂ savings	2,472 t/year

100°C
Hot water

70°C
Hot water



1 x HBL4-W/S

140°C
Steam

95°C
Condensate

Industrial customer



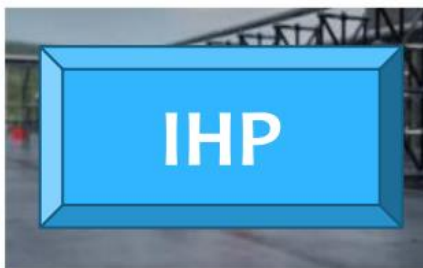
District Heating



Case Highlights	Values
COP	2.4
Thermal power output	28.4 MW _{th}
Thermal power input	17.4 MW _{th}
Working fluid	R-1234zeE / R-1233zdE
CO ₂ savings	53,993 t/year

25°C
Water

20°C
Water



5 x HBL16-W/W
2-Stage, cascaded

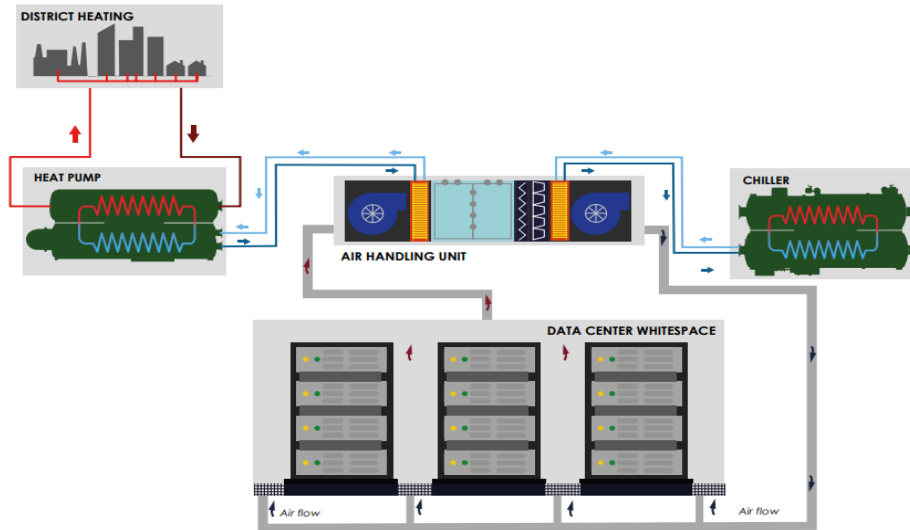
130°C
Hot water

60°C
Hot water

District Heating



> DATA CENTER COOLING + HEAT RECOVERY - COLD AND WARM CLIMATES



Odzysk Ciepła Centrum Danych

Data center - District Heating



Case Highlights	Values
COP	3.4
Thermal power output	40.1 MW _{th}
Thermal power input	29.3 MW _{th}
Working fluid	Propane/Isobutane
CO ₂ savings	76,237 t/year

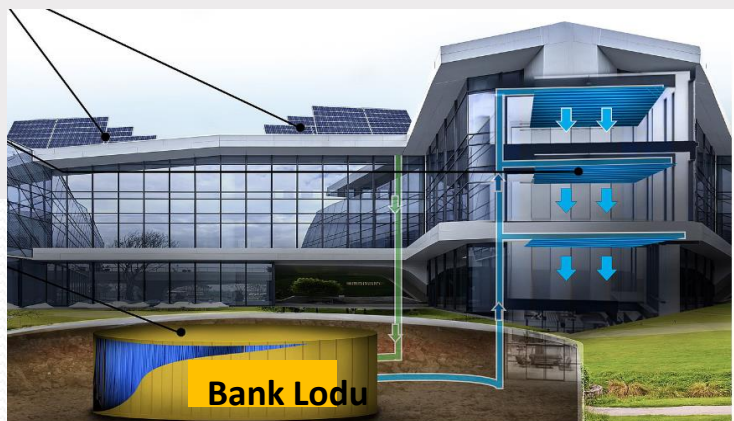
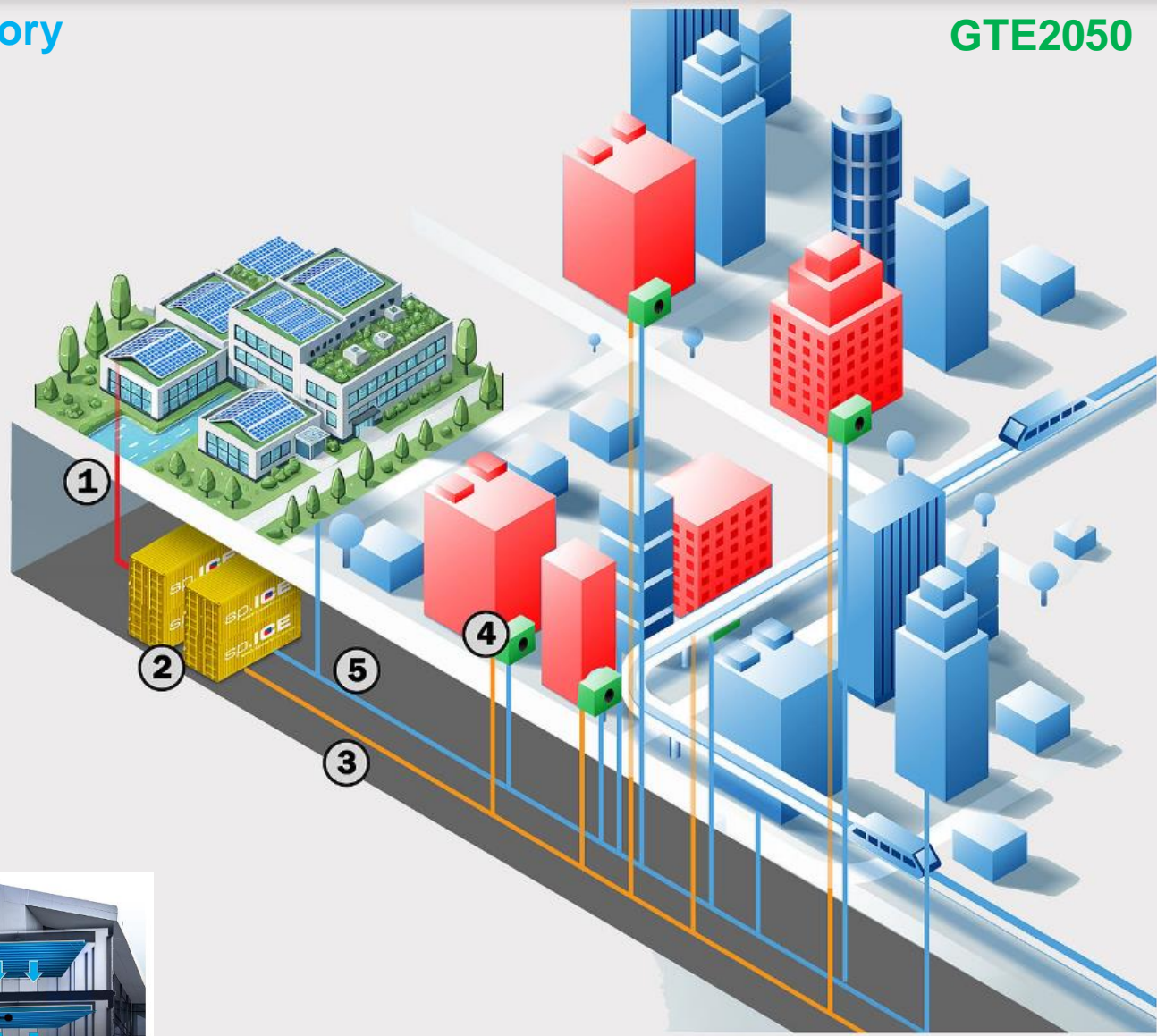
Data Center



District Heating

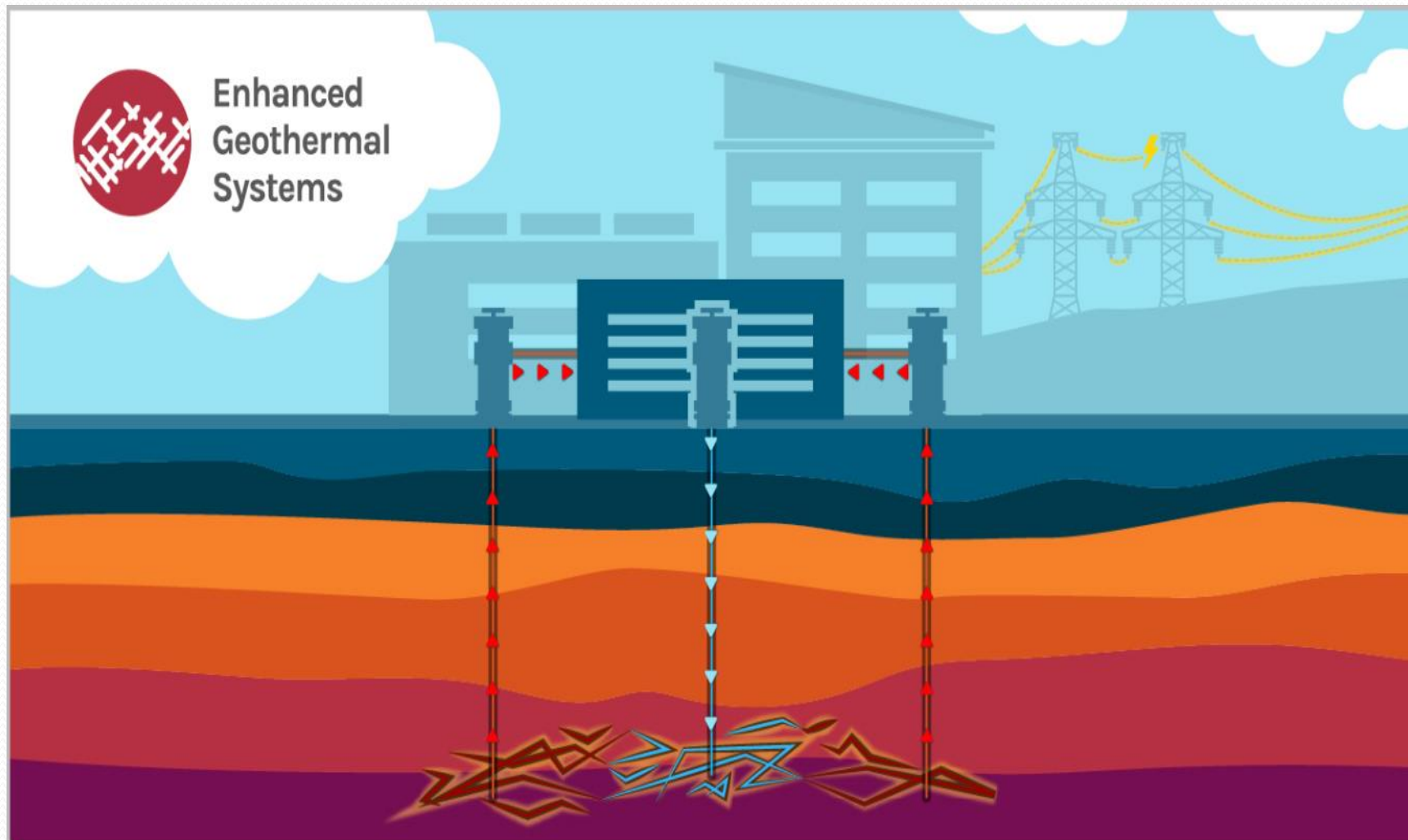


- ① **Process waste heat** from solar thermal, PV surplus or industrial excess heat
- ② **sp.ICE ice storage** for flexible temporary storage of surplus energy
- ③ **Heating circuit** supplies connected buildings with cold district heating (usually 5-20 °C)
- ④ **Heat pumps** use the low temperature level of local heat to efficiently generate heating energy. At the same time, cooling energy is generated.
- ⑤ **Cooling circuit** cooling energy can be used for building cooling or industrial process cooling



SCHEMATY:
Miejska sieć ogrzewania i chłodzenia z magazynem lodu.

- **Dep. ENERGII US: EGS > Ulepszone systemy geotermalne**
GOOGLE, Microsoft and Meta już zainwestowały!
Wkład kapitału Google = 300mln USD



GEOPLUTONIKA w Polsce

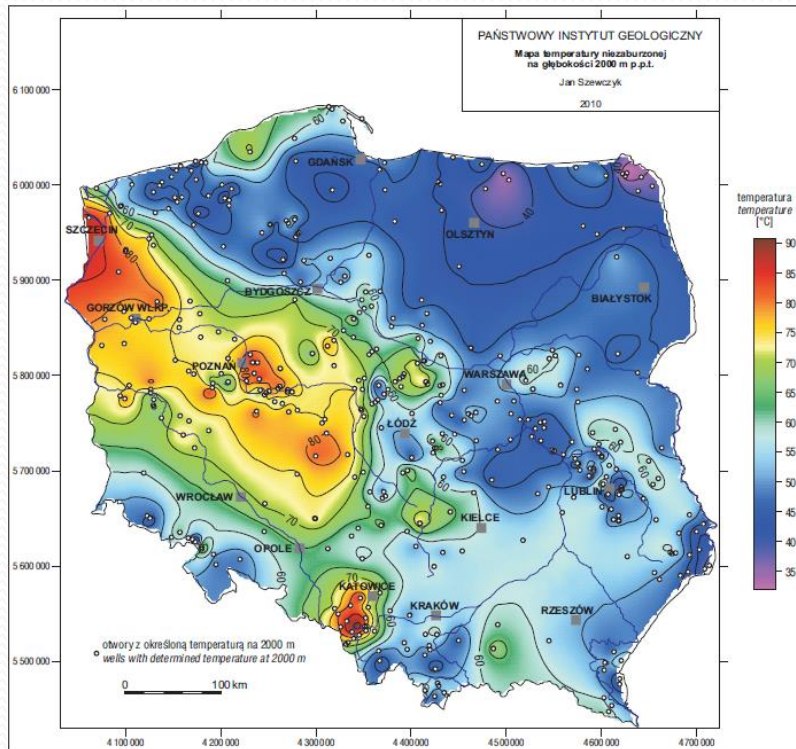
Potencjalne projekty:

1. El. Dolna Odra
2. Strumień

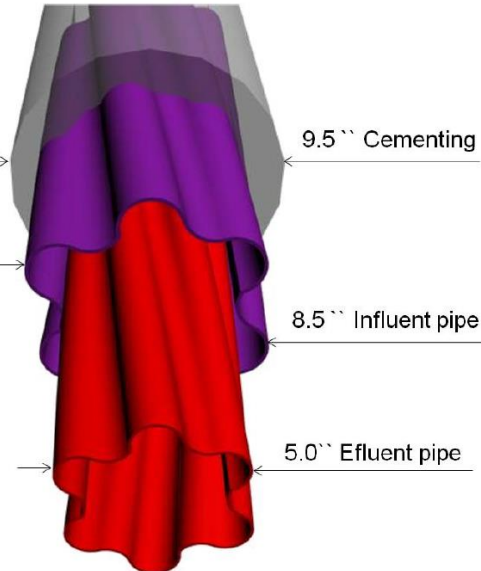
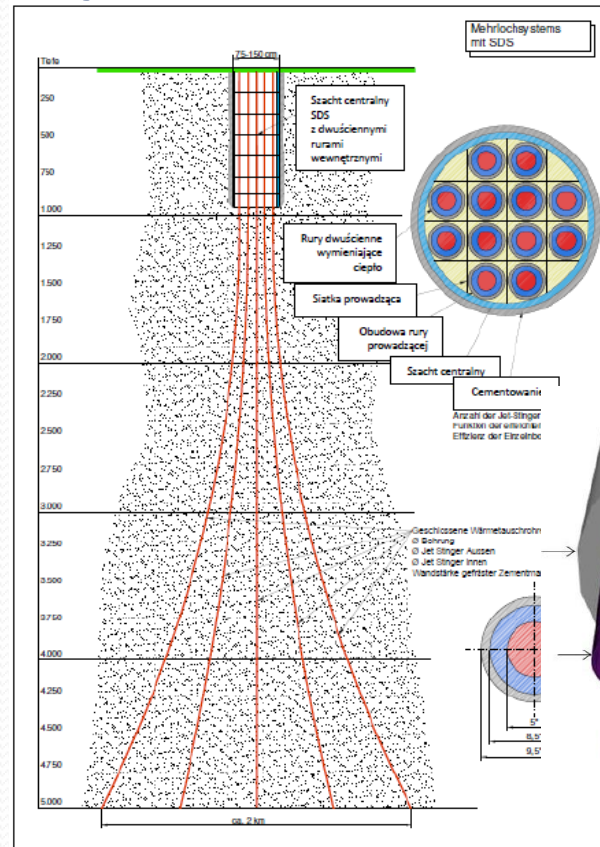
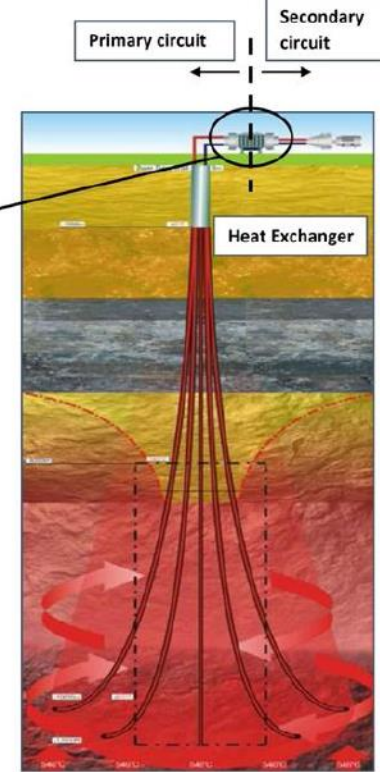
WAT Warszawa, artykuł 2018:

HDR dla Bezpieczeństwa Krytycznej Infrastruktury

- 10 000m – temp. 350°C do 450°C
- 7 000m – do 350°C / 400°C



GTE2050



5thGDH&C > 6thGES

Systemy Energetyczne 6-tej Generacji

MES

Systemy Multi-Energetyczne

Główne źródła:

- Open Universiteit, Copernicus Institute of Sustainable Development, Utrecht University, Utrecht – ‚5th generation district heating and cooling systems as a solution for renewable urban thermal energy supply’ (2019)
- Lund University – praca magisterska ‚Modelling and Simulation of the Fifth-Generation District Heating and Cooling’ (2021)
- Lund University – praca doktorska ‚District heating and cooling systems transition Evaluation of current challenges and future possibilities’ (2023)

mgr, MSc, EMBA **Krzysztof Droń**

- **KD&D Investment Advisory**
- **GTE2050 Grupa Transformacji Energetycznej 2050**

Email: office@kddia.pl Mobile: +48 601947353