

**EKOLOGICZNE ŹRÓDŁA CIEPŁA I CHŁODU .**

**POMPY W OBIEKTACH ZABYTKOWYCH.**

**Konferencja – „Strategia renowacji budynków zabytkowych”**

**Warszawa, 17 kwietnia 2023 r.**

Viessmann Sp. z o.o.

Łukasz Sajewicz

**30**

30 lat Viessmann Polska  
dla partnerstwa  
dla edukacji  
dla klimatu

# Pompa Ciepła

Elastyczny konsument energii elektrycznej

- | **Integracja** magazynowania energii z innymi technologiami OZE np. z PV
- | Umożliwia **zarządzanie energią** elektryczną w systemach smart-grid
- | **Jedno źródło**, które ogrzewa i chłodzi pomieszczenia oraz przygotowuje ciepłą wodę
- | Kluczowy element instalacji **samodzielnych energetycznie**



# Pompa Ciepła

Dyrektywa EPBD w sprawie charakterystyki energetycznej budynków  
2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r.

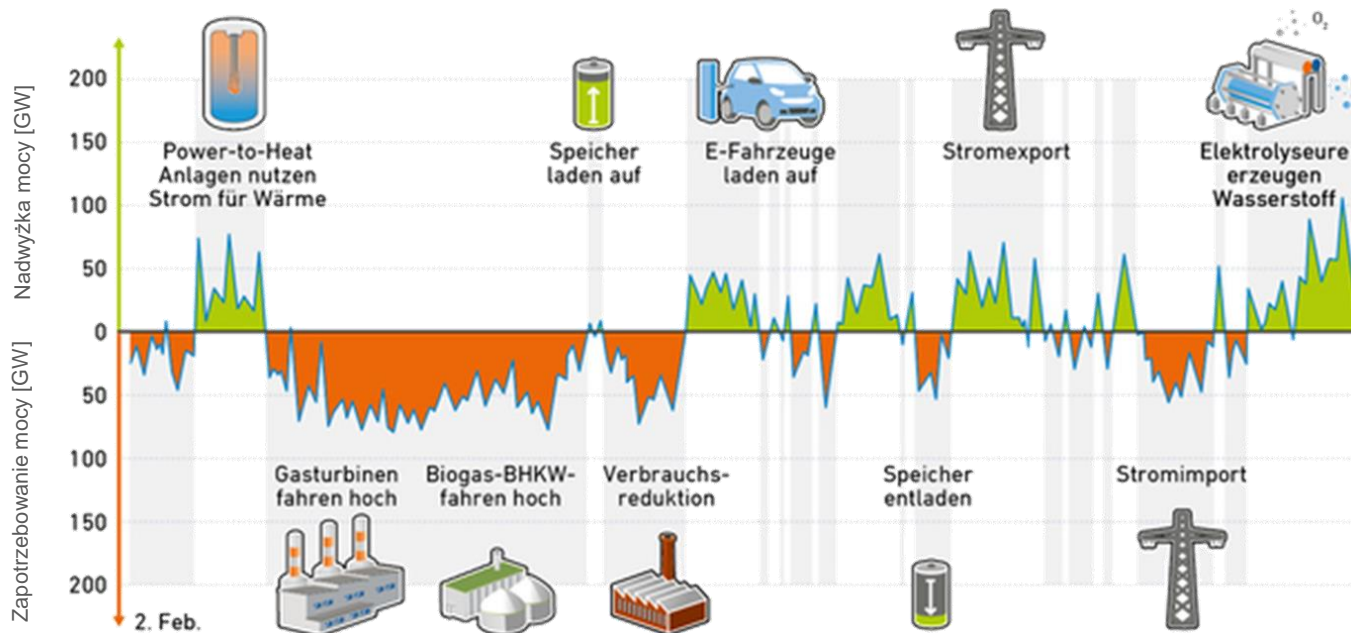
## „Budynek o niemal zerowym zużyciu energii”

Oznacza budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej. Niemal zerowa lub bardzo niska ilość wymaganej energii powinna pochodzić w bardzo wysokim stopniu z energii ze źródeł odnawialnych, w tym energii ze źródeł odnawialnych wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu.



# Pompa Ciepła

Sieć elektryczna przyszłości - kompensacja popytu i podaży energii



**rok 2030**

Źródło: Agentur für Erneuerbare Energien, RWTH JARA Energy 12/2018

# Poprawa efektywności energetycznej w budownictwie wielorodzinnym - modernizacja.



Ministerstwo  
Rozwoju i Technologii



projekt wsparcia :

**Grant OZE**  
zakupu i montażu albo modernizacji  
instalacji odnawialnego źródła energii

Co zrobić by przygotować OZE w budynkach istniejących  
Bez kapitalnego remontu systemu ogrzewania

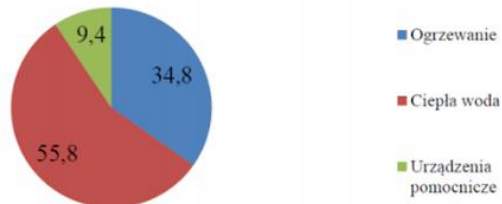
✓ **Wykorzystanie OZE** do cwu:

FOTOWOLTAIKA + POMPA CIEPŁA powietrze/woda  
kolektory słoneczne + magazyn ciepła

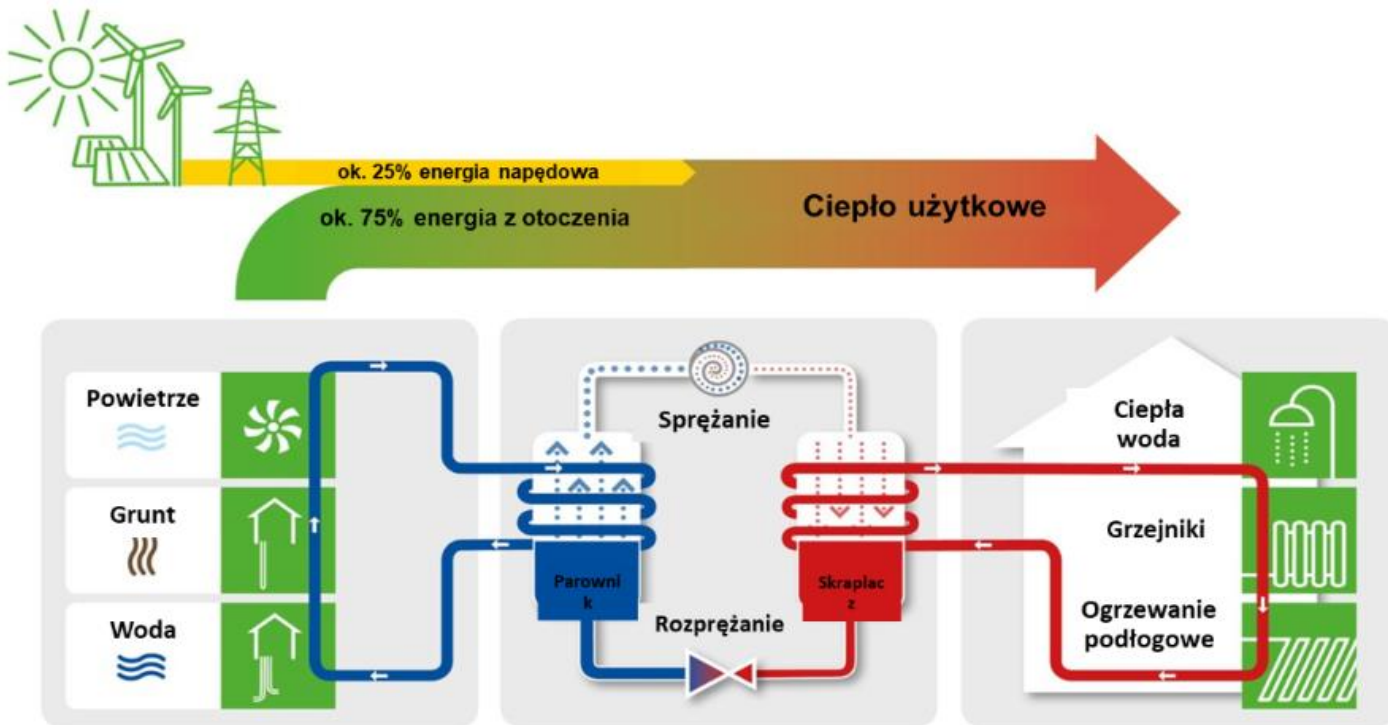
✓ **OZE** ( cwu, windy, oświetlenie,...)

Fotowoltaika + magazyn energii + PC

Rozkład rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną [%]



## Najszybszy sposób dekarbonizacji ogrzewania w budynkach



ok. 25% energia napędowa

ok. 75% energia z otoczenia

Ciepło użytkowe

Powietrze

Grunt

Woda

Sprężanie

Parownik

Rozprężanie

Skrapiacz

Ciepła woda

Grzejniki

Ogrzewanie podłogowe

Instalacja źródła ciepła

Pompa ciepła

Instalacja grzewcza i ciepłej wody

## Poprawa efektywności energetycznej w budownictwie zabytkowym.

### Pompy Ciepła Gruntowe:

- cicha praca
- **pasywne chłodzenie, magazyn energii**
- większe koszty inwestycji
- teren na dolne źródło lub magazyn energii
- niskie koszty eksploatacji



### Pompy Ciepła Powietrze/ Woda

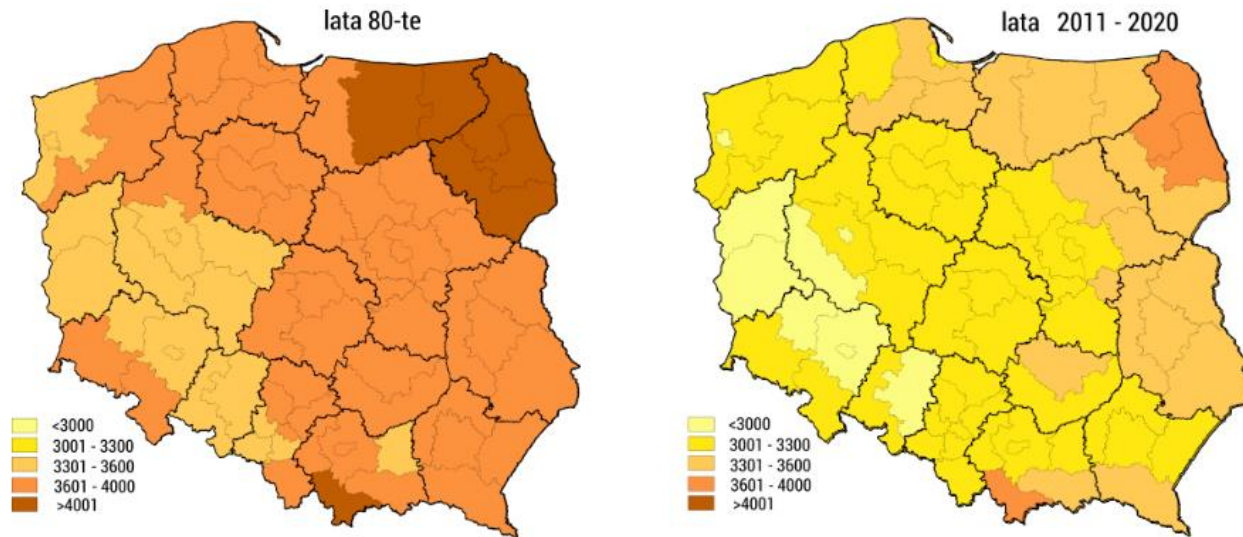
- większy hałas, ew. ekrany
- aktywne chłodzenie
- **niższe koszty inwestycji**
- **dolne źródło już jest**





## Zmiany klimatyczne – ogrzewanie.

Zmiana zapotrzebowania na ogrzewanie budynków w Polsce na przestrzeni 40 lat

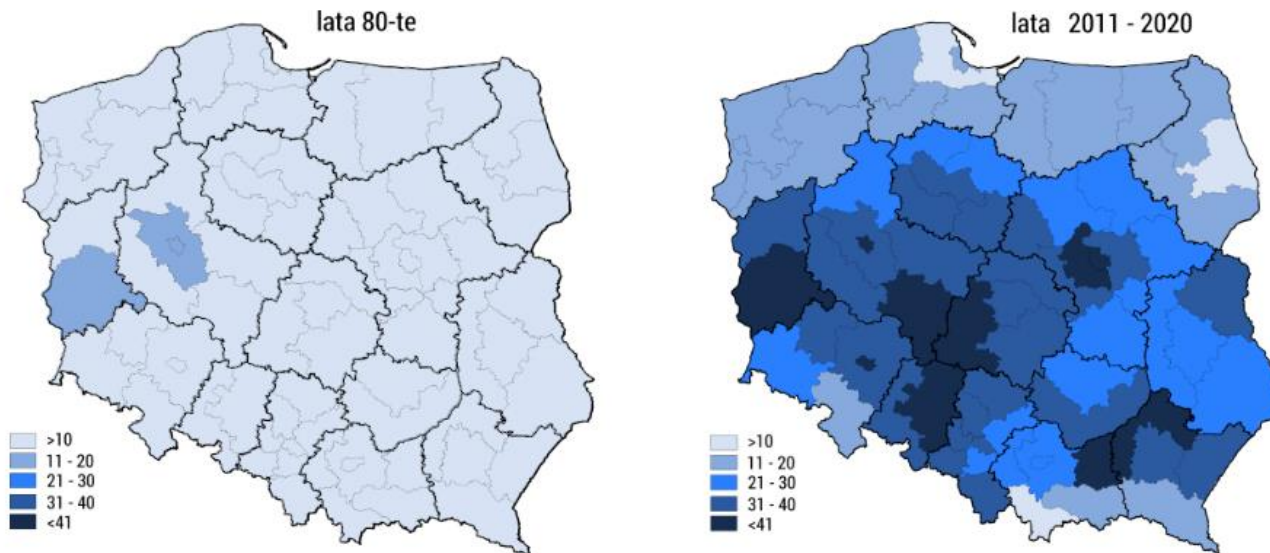


Źródło: na podstawie danych Eurostatu.

Grafika prezentuje zmiany wskaźnika stopniodni ogrzewania w podregionach w Polsce.

## Zmiany klimatyczne – chłodzenie.

Zmiana zapotrzebowania na chłodzenie budynków w Polsce między rokiem 1979 a 2020

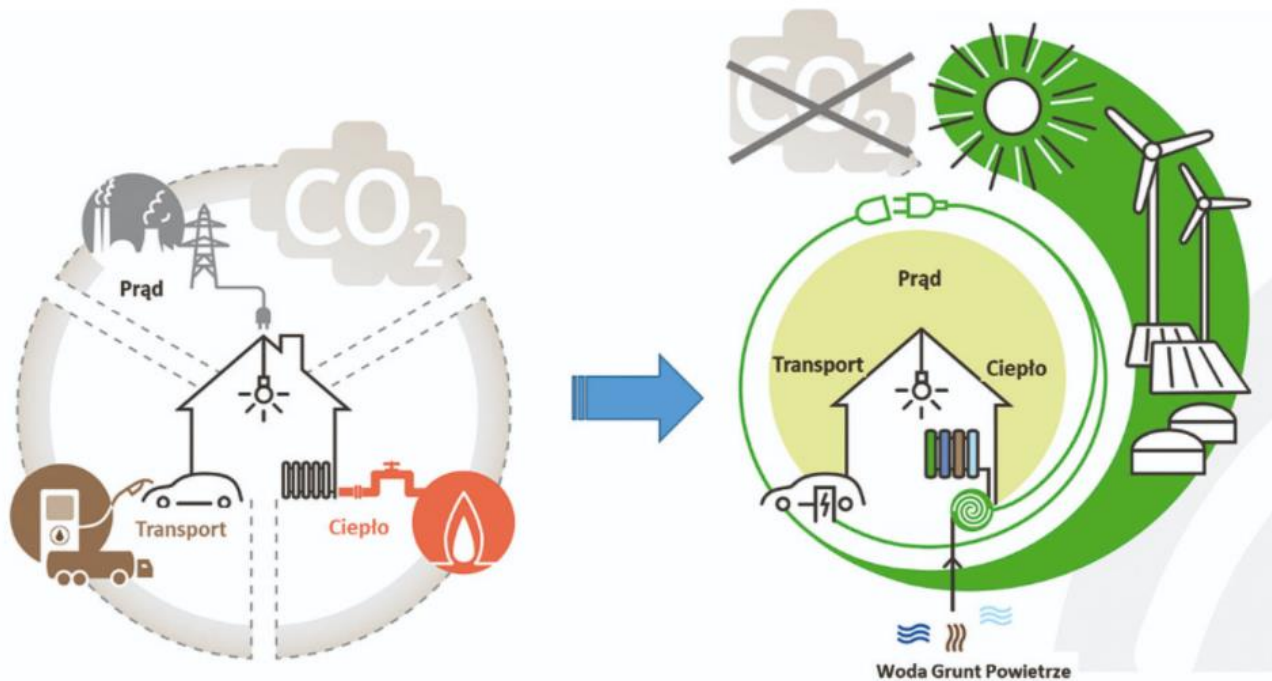


Źródło: na podstawie danych Eurostatu.

Budynek, który sprostą postępującym zmianom klimatycznym, powinien być zaprojektowany z uwzględnieniem długich okresów wymagających ogrzewania jak też coraz częściej występujących i trwających coraz dłużej okresów wymagających chłodzenia budynków. Wymaga to odpowiedniej izolacyjności cieplnej, instalacji wentylacyjnej, systemów chłodzenia.

Zmiany klimatu to również wyzwania dla instalacji kanalizacyjnych i odwadniających.

# Poprawa efektywności energetycznej w budownictwie – integracja sektorowa.



Źródło: BWP/PORT PC

*Połączenie sektorów produkcji energii i zużycia energii w transporcie i ogrzewaniu budynków*

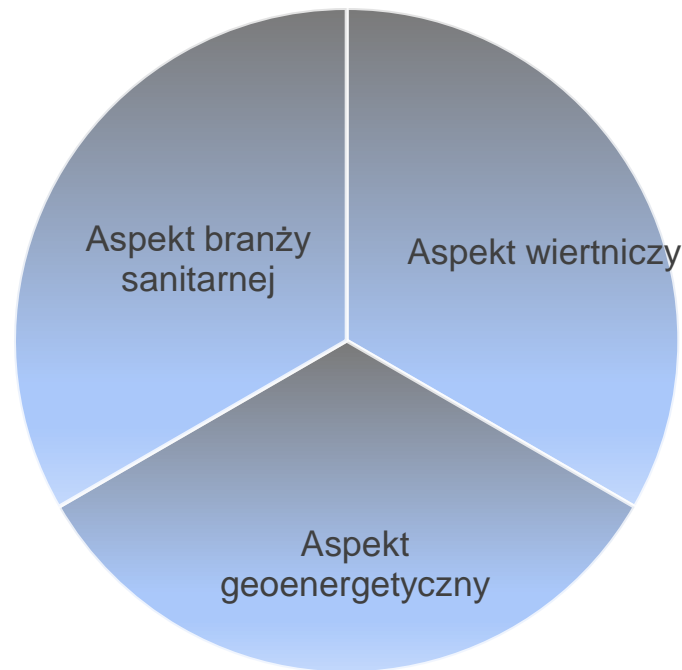
# Dolne źródło pompy ciepła w obiekcie historycznym

1. Instalacja schowana pod ziemią: brak wpływu na część zewnętrzną obiektu
2. Nadzór konserwatorski zapewnia brak wpływu na część historyczną
3. Konieczność projektowania i wykonawstwa zgodnie z Prawem geologicznym i górniczym to zachowanie standardów
4. Ścisłe wytyczne realizacyjne gwarantem sukcesu



# Dolne źródło pompy ciepła – najważniejsza triada

- **ASPEKT WIERTNICZY**  
Projekt i wykonanie odwiertów
- **ASPEKT GEOENERGETYCZNY**  
Określenie (potwierdzenie) ilości i głębokości otworów
- **ASPEKT BRANŻY SANITARNEJ**  
Projekt i realizacja instalacji sieci podłączenia poziomego



# **Dolne źródło – część wiertnicza**

- **Duża ilość wykonawców odwiertów w celu wykorzystania ciepła ziemi z kilkuletnim lub większym doświadczeniem na rynku**
- **Jasno określony aspekt formalny, zgodnie z Prawem geologicznym i górniczym**
- **Ochrona inwestora poprzez konieczność projektowania i realizacji prac przez osoby uprawnione:**
  - **wykonania Projektu robót geologicznych i uzyskanie informacji o braku zastrzeżeń Wydziału Ochrony Środowiska**
  - **przy realizacjach o głębokości powyżej 100m lub na terenie górniczym, zatwierdzenie Planu ruchu przez Okręgowy Urząd Górniczy**
  - **prowadzenie wierceń przez osoby z uprawnieniami geologicznymi oraz wiertniczymi**

# **Dolne źródło – część wiertnicza.**

- **Proste, jasno określone zadanie z Projekcie robót geologicznych:**
  - **W określonej lokalizacji, zgodnie z PZT, wykonanie odwiertu o określonej głębokości, uzbrojenie w wymiennik ciepła oraz wypełnienie przestrzeni pierścieniowej cementem termicznym**
  - **Utylizacja płuczki / urobku zgodnie z zapisami PRG**
- **Inwestor otrzymuje przygotowany do pracy pojedynczy gruntowy wymiennik ciepła**

# Dolne źródło – część geoenergetyczna.

- Projektowanie **ilości i głębokości otworów** jest zależne od **wielu czynników**:
  - Zapotrzebowania na ciepło lub na ciepło i chłód w węźle ciepła
  - Wielkości realizacji
  - Odległości pomiędzy wymiennikami
  - Mała zależność od typu wymiennika



# Dolne źródło – część geoenergetyczna

- Jasno określone standardy szacowania wielkości dolnego źródła:
  - Materiały Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła „Wytyczne Projektowania, Wykonania i Odbioru Instalacji z Pompami Ciepła. Część 1. Dolne źródła do pomp ciepła. Wydanie Drugie 09/2021”
- Absolwenci kierunków Geotermia oraz zbliżonych
- Specjalistyczne kursy w standardowych programach wydziałów inżynierii sanitarnej.
- Wsparcie geologów

# Dolne źródło – część geoenergetyczna

do pomp ciepła o mocy grzewczej  $\leq 30$  kW

- metoda szacunkowa wg wcześniejszych wzorów

gdy spełnione są warunki wstępne do projektowania:

- ✓ moc grzewcza  $\leq 30$  kW (dla B0W35)
- ✓ głębokość otworów 50-200m
- ✓ max. 5 pionowych GWC o tej samej długości
- ✓ brak wzajemnego oddziaływania na siebie GWC
- ✓ 6 m minimalnej odległości między pionowymi GWC
- ✓ praca sprężarki 1200 – 2400 h/rok z pełnym obciążeniem cieplnym
- ✓ właściwości wymiennika ciepła odpowiadają wymiennikowi z podwójną U-rurą

do pomp ciepła  $> 30$  kW

- metoda szacunkowa wg wcześniejszych wzorów, jak dla pomp o mocy grzewczej  $\leq 30$  kW

oraz zalecenia

- wykonania odwiertu próbnego, przeprowadzenia pomiaru  $\lambda$  poprzez wykonanie Testu Reakcji termicznej TRT
- wykonania modelowania numerycznego pola temperatury pionowych GWC na okres min. 50 lat

Źródło: Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła „Wytyczne Projektowania, Wykonania i Odbioru Instalacji z Pompami Ciepła. Część 1. Dolne źródła do pomp ciepła. Wydanie Drugie 09/2021”

# Test reakcji termicznej

Pomiar współczynnika efektywnego przewodnictwa ciepłego gruntu.



- Sprawdzenie faktycznej możliwości energetycznej otworu
- Podstawa do dalszych prac – analiza geoenergetyczna
- Powyżej 30kW zaleca się wykonanie TRT, a dla większych układów lub wykorzystaniu dolnego źródła na potrzeby ciepła i chłodu, zaleca się wykonanie symulacji numerycznej „Wytyczne PORT PC – Projektowanie, wykonanie i odbiór z instalacjami pomp ciepła, Część 1, Dolne źródło pomp ciepła, Wydanie II, 09/2021”

# Dolne źródło pompy ciepła - Aspekt geoenergetyczny

- TRT – Test reakcji termicznej
  - Odpowiedzi energetyczna pojedynczego otworu
    - Przewodność efektywna wymiennika -  $\lambda$  W/mK
    - Moc w zależności od ilości godzin – W/m
  - **Analiza geoenergetyczna**
  - Odpowiedź energetyczna sieci otworów na zapotrzebowanie na ciepło i chłód z obiektu - temperatura solanki w harmonogramie 25 lat – sprawdzenie koperty pracy pompy ciepła
- Kilkanaście programów modelowania numerycznego, w tym dwa w polskiej wersji językowej:
- EED by Blocon AB, Sweden ( AGH , Miękinia)
  - EWS by Energietechnik AG, Zurich



# Dolne źródło – część geoenergetyczna - podsumowanie

- Zadania projektanta branżowego:
  - Określenie zapotrzebowania na ciepło i chłód
  - Sprawdzenie możliwych głębokości wykonania wierceń u geologa
  - Oszacowanie ilości i głębokości wierceń zgodnie z Wytocznymi PORT PC
  - Określenie wymogu sprawdzenia założeń podczas prac wykonawczych: TRT oraz Analiza geoenergetyczna
  - Ewentualna korekta na etapie wykonawczym

# Dolne źródło – zadania branży sanitarnej

## Sieć instalacji podłączenia poziomego

- **Przygotowanie** przez projektantów robót sanitarnych.
- **Wsparcie producentów** dolnych źródeł.
- **Opory przepływów**, wg zapotrzebowania pomp ciepła, **niezbędne do doboru** pomp obiegowych.
- **Przepusty.**
- **Opis podłączeń** poziomych wraz z przekrojami, sposobami zasypu i nadsypu, separacji rur, przekroje.
- **Opis odtworzenia terenu** – tereny zielone, zagęszczenie.
- **Odpowietrzanie oraz serwis.**

# Dolne źródło pompy ciepła

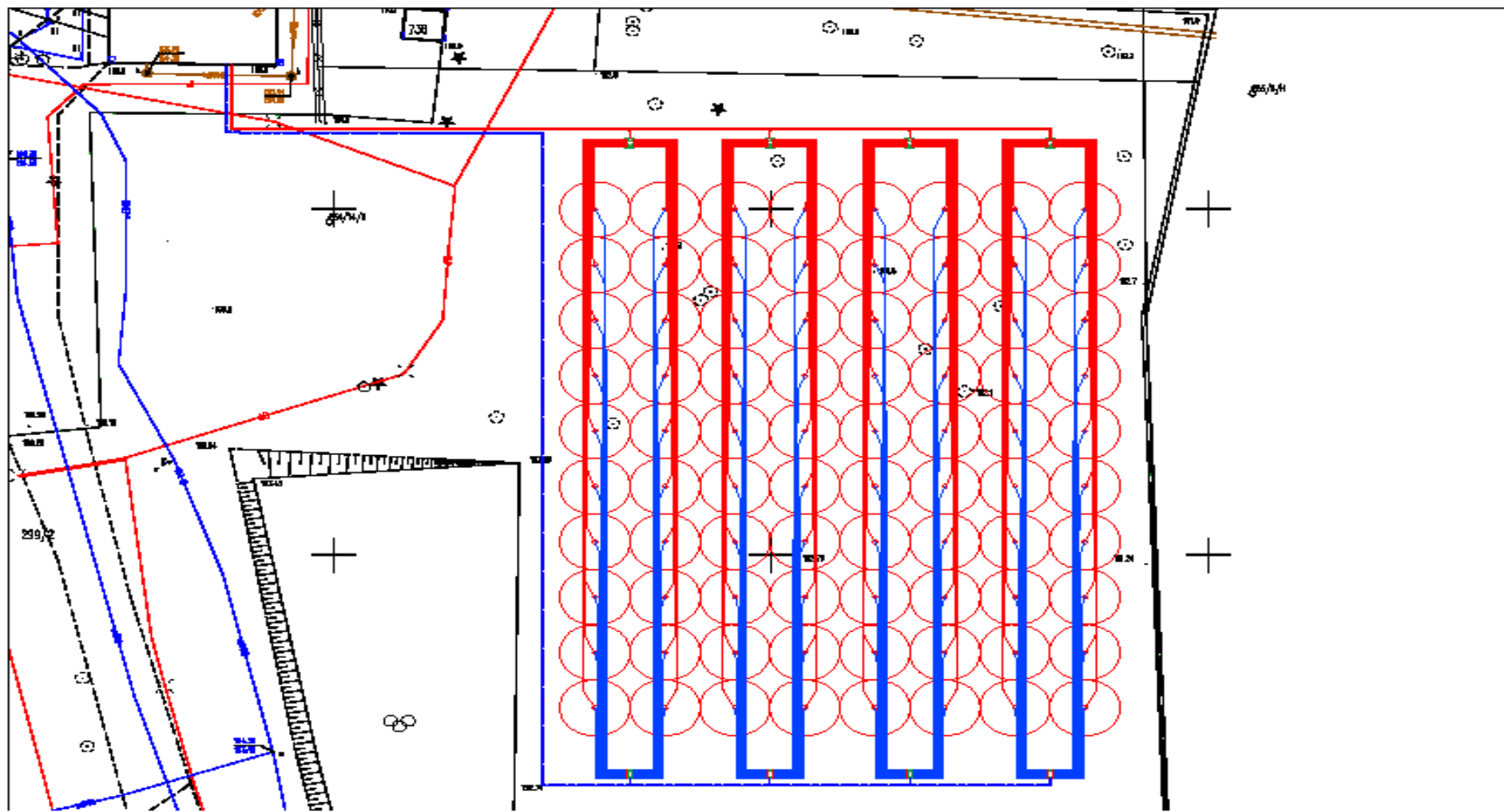
## Zadania branży sanitarnej – podłączenie poziome

- **Część wykonawcza**

- Prace ziemne (wykopanie przesyłów, zasypanie)
- Prace instalacyjne (rozłożenie rur, zgrzanie)

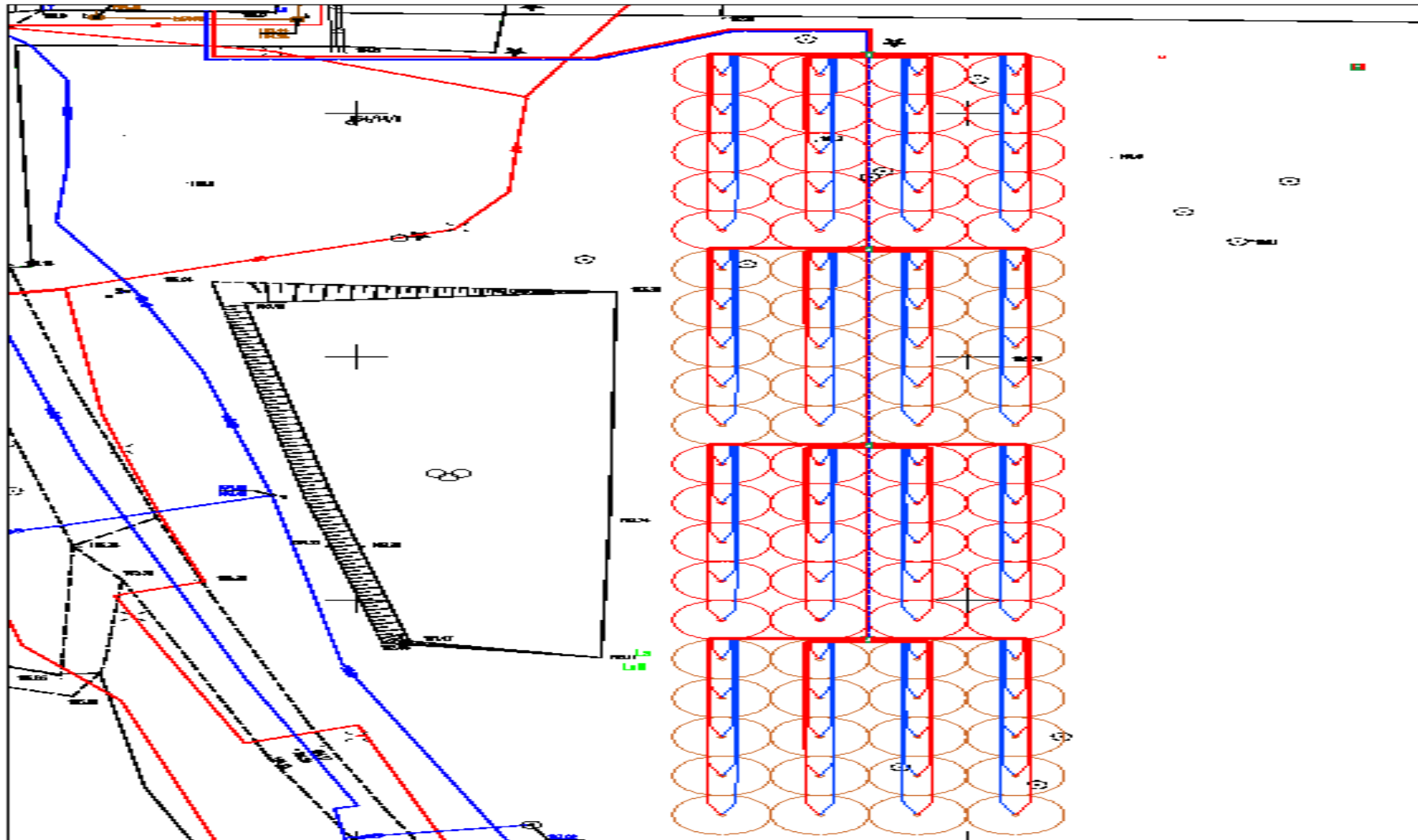
- **Standardowy Projekt instalacyjny**

- Może być prosty lub skomplikowany przy dużych instalacjach
- Konieczność wzięcia pod uwagę wytycznych konserwatorskich









# **Dolne źródło pompy ciepła - zadania branży sanitarnej**

Projekt Instalacja sieci podłączenia poziomego

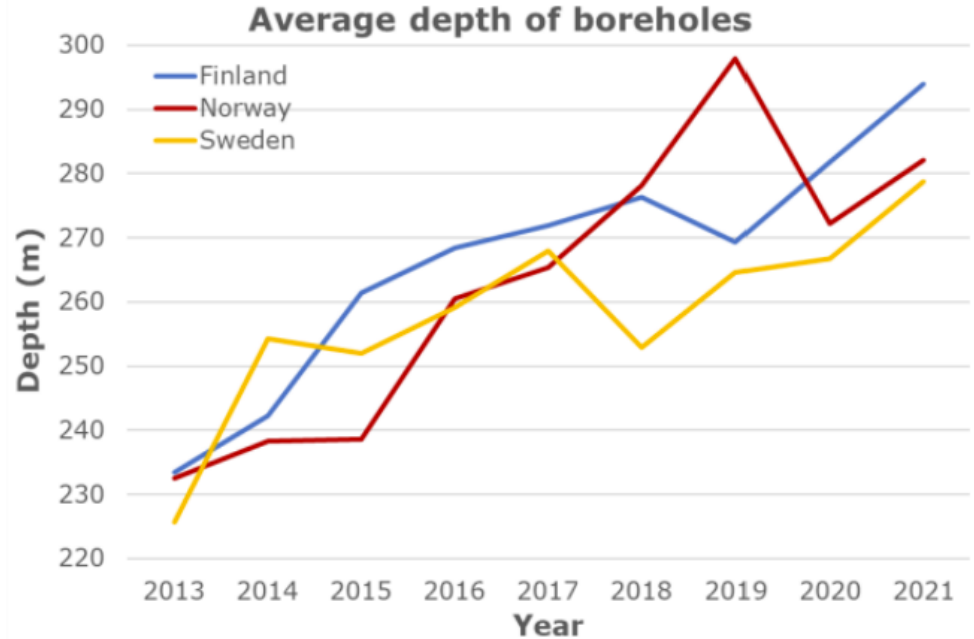
- **PZT**
- **Głębokości przesyłów oraz przekroje**
- **Część opisowa**
- **Materiały**
- **Oznaczenia**
- **Obsypka / podsypka**
- **Dobór średnic oraz studni**
- **Opory przepływu**
- **Kwestie ochrony środowiska**
- **Elementy konserwatorskie**
- **Przepusty oraz uszczelnienie**
- **Odtworzenie terenu**
- **Poziom zagęszczenia**
- **Uruchomienie (odpowietrzenie)**
- **Zalecenia dot. przeglądów**
- **Serwis bieżący**
- **Prawo budowlane**
- **Odbiory**



# Głębokości odwiertów w praktyce

Szwecja/Finlandia/Norwegia (Fennoscandian):

1. Średnia głębokość odwiertu w **2021** to **280-295m**.
2. **Maksymalna** komercyjna zrealizowana to **450m**.
3. Wykonane odwierty próbne na głębokość 850m
4. Określono max 900m dla wymienników single-U, 2 x fi 55 – projekt HYBGEO.



# Głębokości odwiertów w praktyce

**Głębokość odwiertu** dla gruntowej pompy ciepła **uzależniona od:**

- dostępności miejsca,
- ilości energii potrzebnej do uzyskania z gruntu
- względów ekonomicznych,
- możliwości technicznych firmy wykonującej odwiert.

**Odwierty kiedyś** sięgały głównie do **100 m**

**Wzrost temperatury gruntu** wraz ze **zwiększeniem głębokości**, a tym samym **większą efektywnością** oraz **stabilnością pracy** pompy, coraz częściej stosuje się **dłuższe kolektory**, np. 200- lub nawet 300-metrowe.

**Generalnie, im głębiej w rozsądnej cenie, tym zawsze lepiej, zawsze sumarycznie taniej.**

**W zależności od możliwości lokalizacyjnych oraz dostępności usług wykonawczych.**

# Głębokości odwiertów w praktyce

## Polska:

1. **Pojedyncze** realizacje na **głębokość 300mb** (Szczecin, Kraków, projektowane Szklarska Poręba).
2. Odwierty bazowane na 1U 2xfi45 oraz 2U 4xfi40.
3. Konieczność przejścia na 1U 2xfi50.
4. Bardzo dużo realizacji z odwiertami **140-180mb**.
5. **Relatywnie łatwość wykonania odwiertów 100mb** oraz duża **liczba wykonawców**.
6. **Warto mieć na uwadze głębokości 150-180mb jako standard**, z uwagi na rynek **wykonawców**.
7. **Głębsze przy szczególnych realizacjach**.



# Wybrane realizacje – przemysł.

**LEGNICA - Fabryka pomp ciepła Viessmann - hala magazynowo - produkcyjna .**

Realizacja 2022 – 2023.

Instalacja w **okresie zimowym** wykorzystywana będzie do **ogrzewania obiektów**.

W **sezonie letnim** służyć będzie do **chłodzenia i klimatyzacji obiektów**.

Projektowana **moc grzewcza** instalacji **960 kW**, **moc chłodnicza** – **720 kW**.

Dla pokrycia **zapotrzebowania** na energię wykonano **240 otworów** o głębokości **100 m**.

**Łącznie** wykonano **24 000 mb.** pionowego wymiennika gruntowego

**Podłączenia poziome podposadzkowe .**

Relacja na kanale YouTube: [DPS Sp. z O.O.](#)







# Wybrane realizacje – odwierty pow. 200 m.

Kraszewo-Czubaki. Zakład Opiekuńczo – Leczniczy :

Realizacja 2018 r.

- 46 odwiertów ( 220 m) o łącznej głębokości 10160 m.b.
- 2 przewierty kierunkowe dla głównych rur dobiegowych.
- Maszynownia oddalona o 250 metrów od pola odwiertów.





120



318,24 m

# Wybrane realizacje

Zespół klasztorny Opactwa Cysterskiego w Henrykowie

Realizacja : 2010 i 2021 r.

**Pocysterski barokowy zespół klasztorny** z kościołem Wniebowzięcia Najświętszej Marii Panny i św. Jana Chrzciciela położony w Henrykowie na Dolnym Śląsku, w gminie Ziębice.

**Dolne źródło**, o łącznej głębokości **13 000 m**,  
**3 hybrydowe węzły ciepne**, których zapotrzebowanie na ciepło wynosi **ponad 780 kW**.

Relacja na kanale YouTube: [DPS Sp. z O.O.](#)





PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

# Wybrane realizacje – obiekty zabytkowe

Termomodernizacja zasobów mieszkaniowych  
w Gminie Aleksandrów Łódzki .

Realizacja 2019 r.

- **104 budynki, w tym część pod konserwatorem zabytków**
- Łączna moc grzewcza **powyżej 1400 kW.**
- zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach o **8 501 075,8 kWh/rok** (wartość docelowa).
- spadek emisji gazów cieplarnianych o **2 230,13 ton równoważnika CO2/rok** (wartość docelowa).







# Bazylika Archikatedralna w Gdańsku Oliwie.

Realizacja 2010 rok

Wymiana systemu grzewczego:

- Pompa ciepła wraz z odwiertami pionowymi
- Ogrzewania podłogowe pod posadzkami ławek nawy głównej, prezbiterium Kaplicy Maryjnej i Chrzcielnej

Najważniejsze fakty:

- Montaż pompy ciepła o mocy 55.6kW
- Wykonanie dolnego źródła jako 12 odwiertów 100mb z podłączeniem poziomym
- Wykonanie ogrzewania podłogowego jedynie na 360 m<sup>2</sup> powierzchni, tj. 16% powierzchni całkowitej

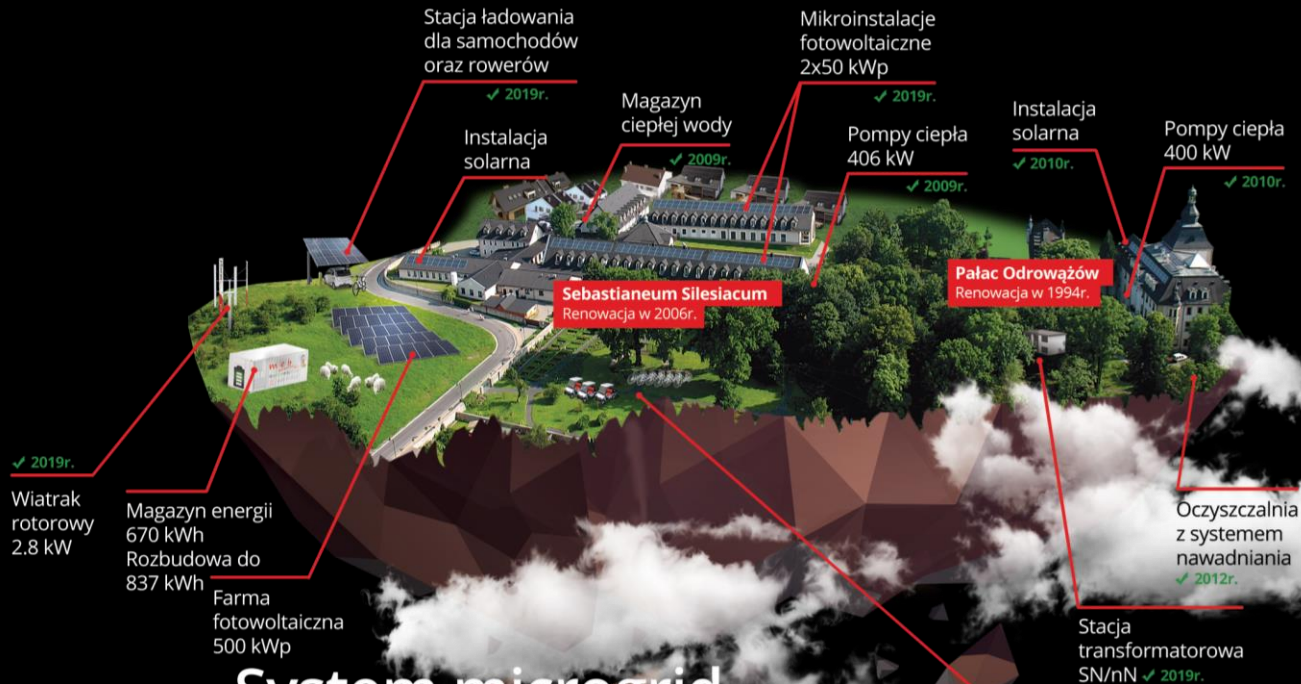


**Bazylika w Lublinie  
św. Stanisława Biskupa Męczennika.**

**Realizacja 2017 rok**

**Wykonano dolne źródło  
w postaci 14 odwiertów  
o głębokości 180 metrów  
z podłączeniem poziomym pod ścisłą  
kontrolą konserwatorską**





# System microgrid Zielonej wyspy MEB z magazynowaniem energii

Wielokrotnie nagradzana inwestycja!



MODERNIZACJA ROKU 2019



ZŁOTY MEDAL 2020  
Międzynarodowe Targi GREEN POWER

OPTIMALIZACJA  
WYKORZYSTANIA  
ENERGII  
ŹRÓDŁA OZE

PEAK  
SHAVING

ZASTOSOWANIA  
ZASILANIA  
AWARYJNEGO

PRZESUNIECIE W PRODUKCJI  
I ODDAWANIU ENERGII  
ELEKTRYCZNEJ  
ORAZ ENERGY TRADING

HYBRYDYZACJA  
GENERATORÓW  
DIEŚLA I GAZOWYCH

MICROGRID



Pompy ciepła 410 kW i magazyn energii o pojemności 837 kWh





# Poprawa efektywności energetycznej w budynkach zabytkowych – analiza opłacalności.

Dane	WARIANT 0 kotłownia gazowa 198 kW	WARIANT 1 Instalacja solarna + kotłownia gazowa	WARIANT 2 Elektryczne ogrzewanie c.w.u. + Instalacja PV + kotłownia gazowa	WARIANT 3 Pompa ciepła c.w.u. AW 51 kW + kotłownia gazowa + instalacja PV	WARIANT 4 Pompa ciepła AW 108 kW + kotłownia gazowa + instalacja PV	WARIANT 5 Pompa ciepła BW 162 kW + instalacja PV + dogrzew elektryczny c.w.u.	
Zapotrzebowanie mocy grzewczej CO+CT	144	144	144	144	144	144	kW
Zapotrzebowanie energii roczne na c.o.	220 176	220 176	220 176	220 176	220 176	220 176	kWh/rok
Zapotrzebowanie energii roczne na c.w.u.	107 864	107 864	107 864	107 864	107 864	107 864	kWh/rok
Zapotrzebowanie energii łączne	328 040	328 040	328 040	328 040	328 040	328 040	kWh/rok
Zapotrzebowanie mocy chłodniczej	0	0	0	0	0	0	kW
Zapotrzebowanie chłodu	0	0	0	0	0	0	kWh/rok
cena ciepła sieciowego netto	-	-	-	-	-	-	zł/m3
koszt wytworzenia 1 kWh z kotłowni gazowej netto	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	zł/kWh
opłata uśredniona za energię elektryczną netto	0,85	0,85	0,85	-	0,85	0,85	zł/kWh
<b>Nakład inwestycyjny</b>							
koszt kotłowni	107 000,00	107 000,00	107 000,00	107 000,00	107 000,00		zł
koszt odwiertów 130 zł/mb	-	-	-	-	-	319 728,00	zł
koszt instalacji pompy ciepła	-	-	-	151 000,00	151 000,00	409 000,00	zł
koszt instalacji solarnej	-	262 500,00	-	-	-	-	zł
koszt chillerów	-	-	-	-	-	-	zł
koszt instalacji PV	-	-	193 930,00	112 750,00	193 930,00	193 930,00	zł
<b>Koszt inwestycji</b>	<b>107 000,00</b>	<b>369 500,00</b>	<b>300 930,00</b>	<b>370 750,00</b>	<b>451 930,00</b>	<b>922 658,00</b>	<b>zł</b>
koszt inwestycji / m2	11,18	38,61	31,45	38,74	47,22	96,41	zł
Różnica w kosztach inwestycji	-	262 500,00	193 930,00	263 750,00	344 930,00	815 658,00	zł
<b>Koszty eksploatacji</b>							
energia elektryczna	-	-	-	-	44 912,67	51 443,81	zł/rok
Moc zamówiona	-	-	-	-	-	-	zł/rok
koszt ciepła z kotłowni	153 791,89	138 745,09	137 922,50	118 393,69	20 331,81	-	zł/rok
<b>koszt roczny energii</b>	<b>153 791,89</b>	<b>138 745,09</b>	<b>137 922,50</b>	<b>118 393,69</b>	<b>65 244,48</b>	<b>51 443,81</b>	<b>zł/rok</b>
wynikowy koszt 1 kWh ciepła	0,469	0,423	0,420	0,361	0,199	0,157	zł/kWh
wynikowy koszt 1 GJ ciepła	130,33	117,58	116,88	100,33	55,29	43,60	zł/GJ
<b>oszczędności</b>		<b>15 046,80</b>	<b>15 869,39</b>	<b>35 398,20</b>	<b>88 547,41</b>	<b>102 348,08</b>	<b>zł/rok</b>
		9,8%	10,3%	23,0%	57,6%	66,5%	
<b>EP cwu - porównanie wariantów</b>							
Ilość energii węzeł MSC wi = 0,87							kWh/rok
Ilość energii kotłownia gazowa wi = 1,10	360 844	325 540	323 609	277 789	47 705	0	kWh/rok
Ilość energii elektrycznej wi = 3,00	U	U	U	16 465	158 515	181 566	kWh/rok
Suma EP	360 844	325 540	323 609	294 254	206 220	181 566	kWh/rok
<b>Wskaźnik energii pierwotnej EP</b>	<b>38</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>kWh/m2/rok</b>
<b>Różnica wskaźnika EP do wariantu 0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>kWh/m2/rok</b>



Poprawa efektywności energetycznej w budynkach zabytkowych

**Najlepiej, szyć na miarę !!!**

Adres dobrego fachowca: [www.viessmann.pl](http://www.viessmann.pl)

