

EKOLOGICZNE ŹRÓDŁA CIEPŁA I CHŁODU .

POMPY CIEPŁA W OBIEKTACH ZABYTKOWYCH.

Konferencja – „Strategia renowacji budynków zabytkowych”

Bielsko Biała, 25 kwietnia 2024 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

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



Pompa Ciepła

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

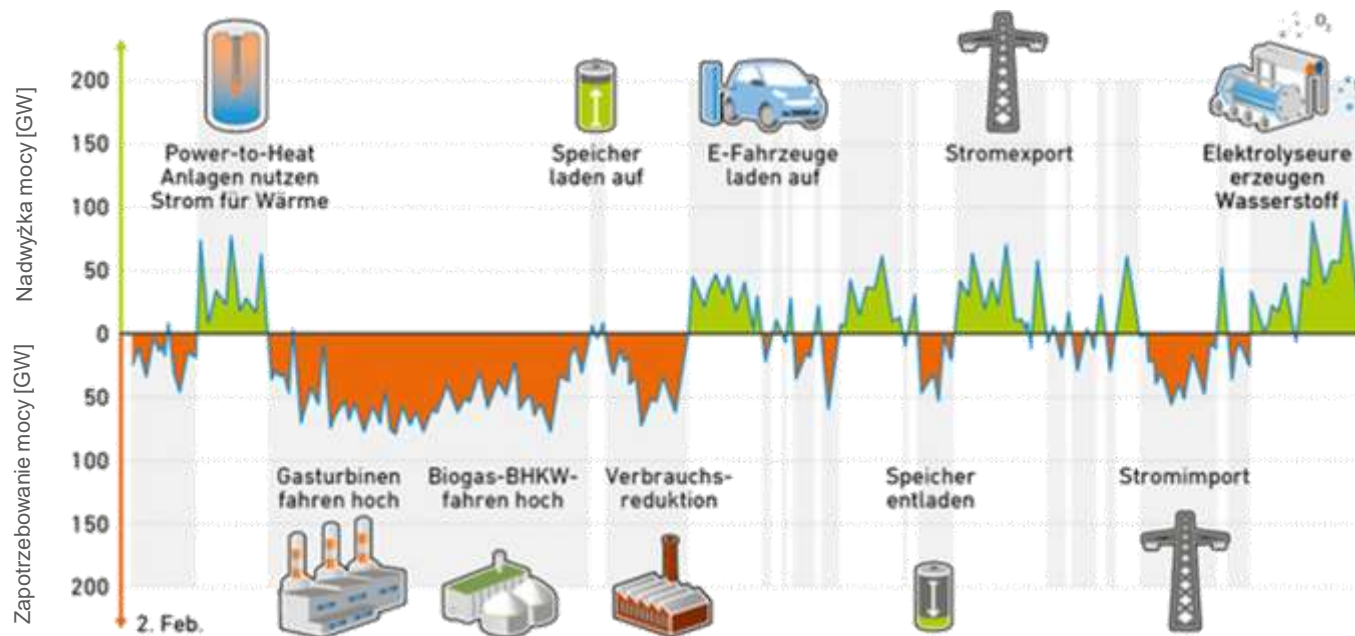
„Budynek o niemal zerowym zużyciu energii”

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.



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

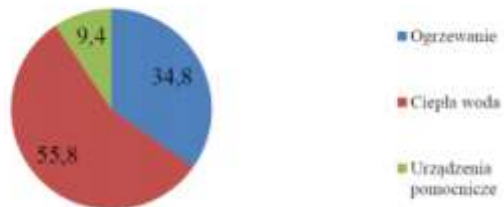
✓ **Wykorzystanie OZE** do cwu:

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

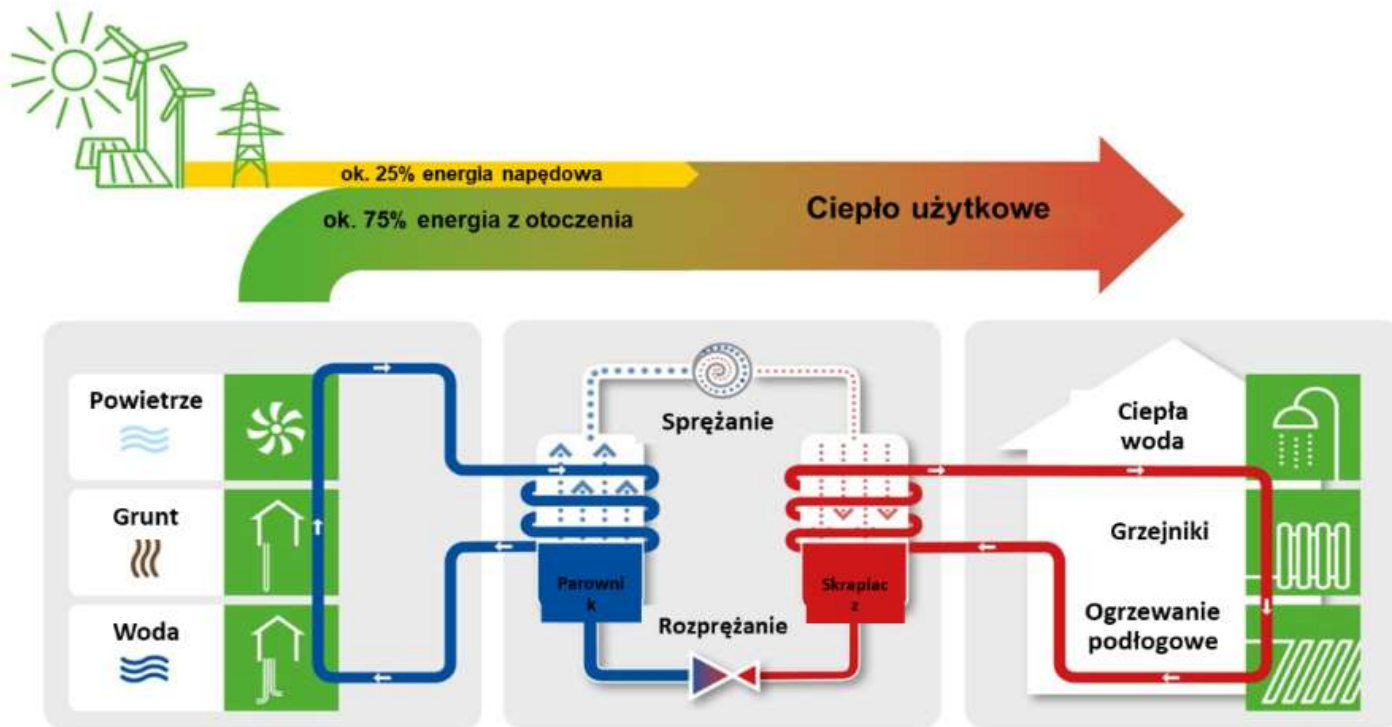
✓ **OZE** (cwu, windy, oświetlenie,...)

Fotowoltaika + magazyn energii + PC

Rozkład rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną [%]



Najszybszy sposób dekarbonizacji ogrzewania w budynkach



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

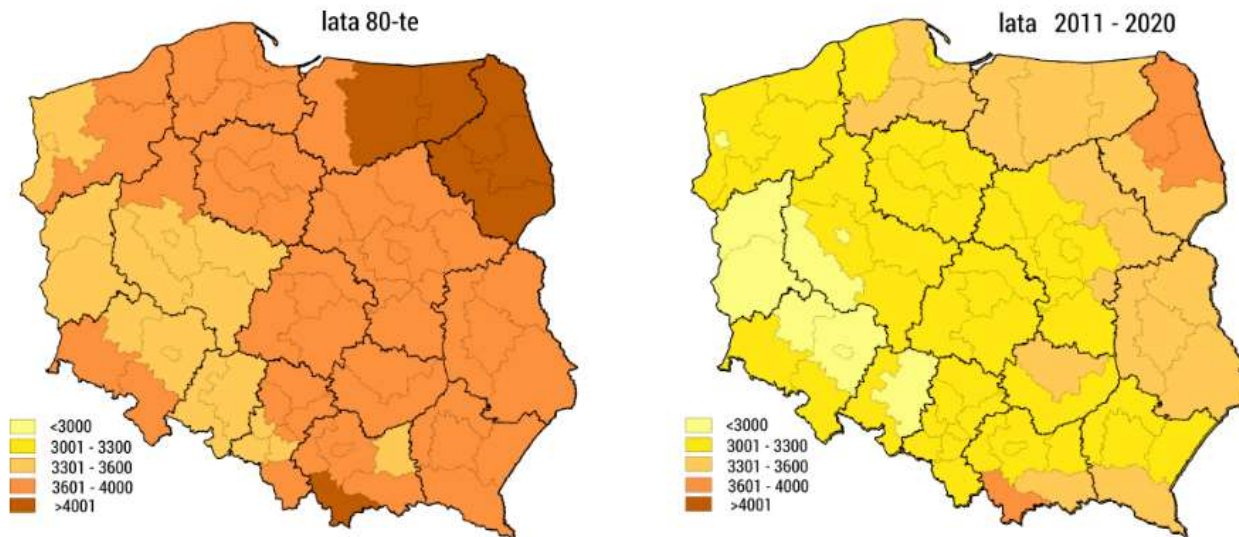
- większy hałas, ew. ekrany
- aktywne chłodzenie
- **niższe koszty inwestycji**
- **dolne źródło już jest**

Zmiany klimatyczne



Zmiany klimatyczne – ogrzewanie.

Zmiana zapotrzebowania na ogrzewanie budynków w Polsce na przestrzeni 40 lat

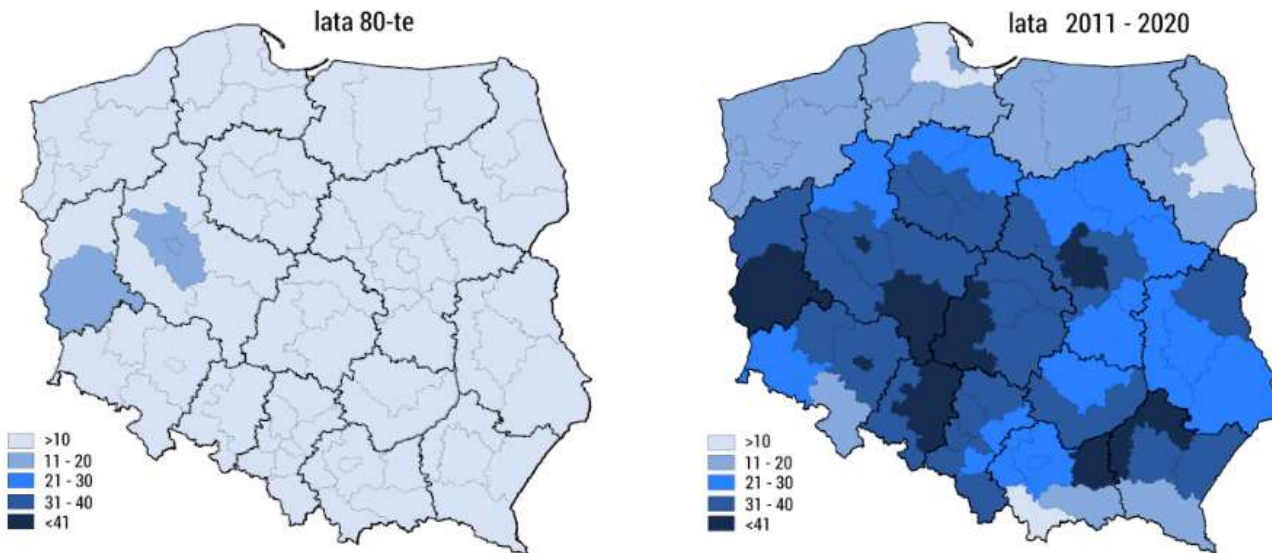


Źródło: na podstawie danych Eurostatu.

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

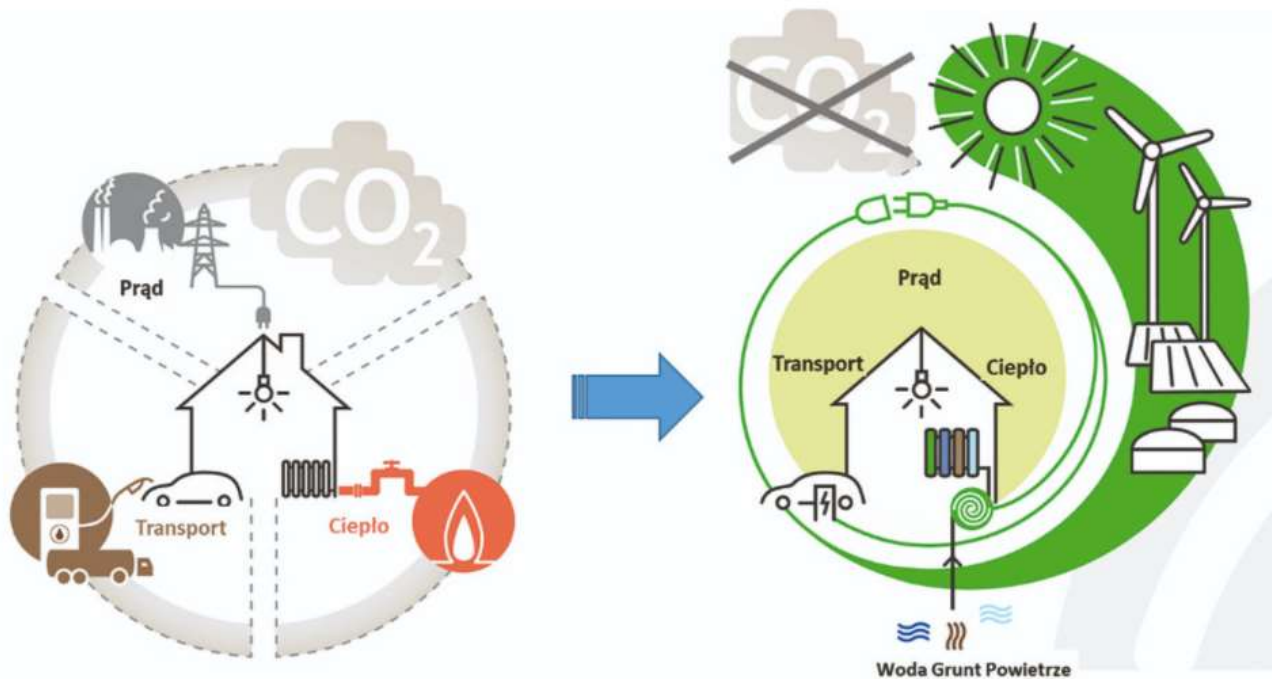


Źródło: na podstawie danych Eurostatu.

Budynek, który sprosta 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

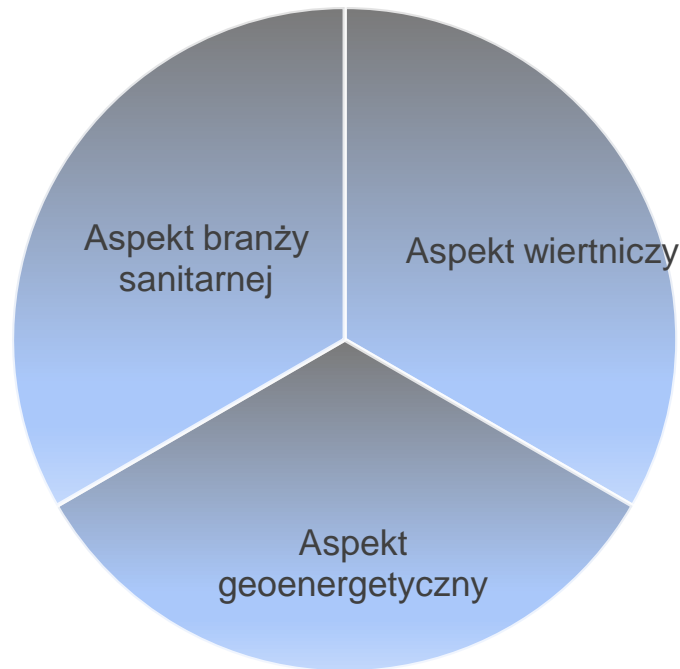
Dolne źródło pompy ciepła w obiekcie historycznym

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 „Wytuczne 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 ≤ 30 kW

- metoda szacunkowa wg wcześniejszych wzorów

gdy spełnione są warunki wstępne do projektowania:

- ✓ moc grzewcza ≤ 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 ≤ 30 kW

oraz zalecenia

- wykonania odwiertu próbnego, przeprowadzenia pomiaru λ 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 - λ 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

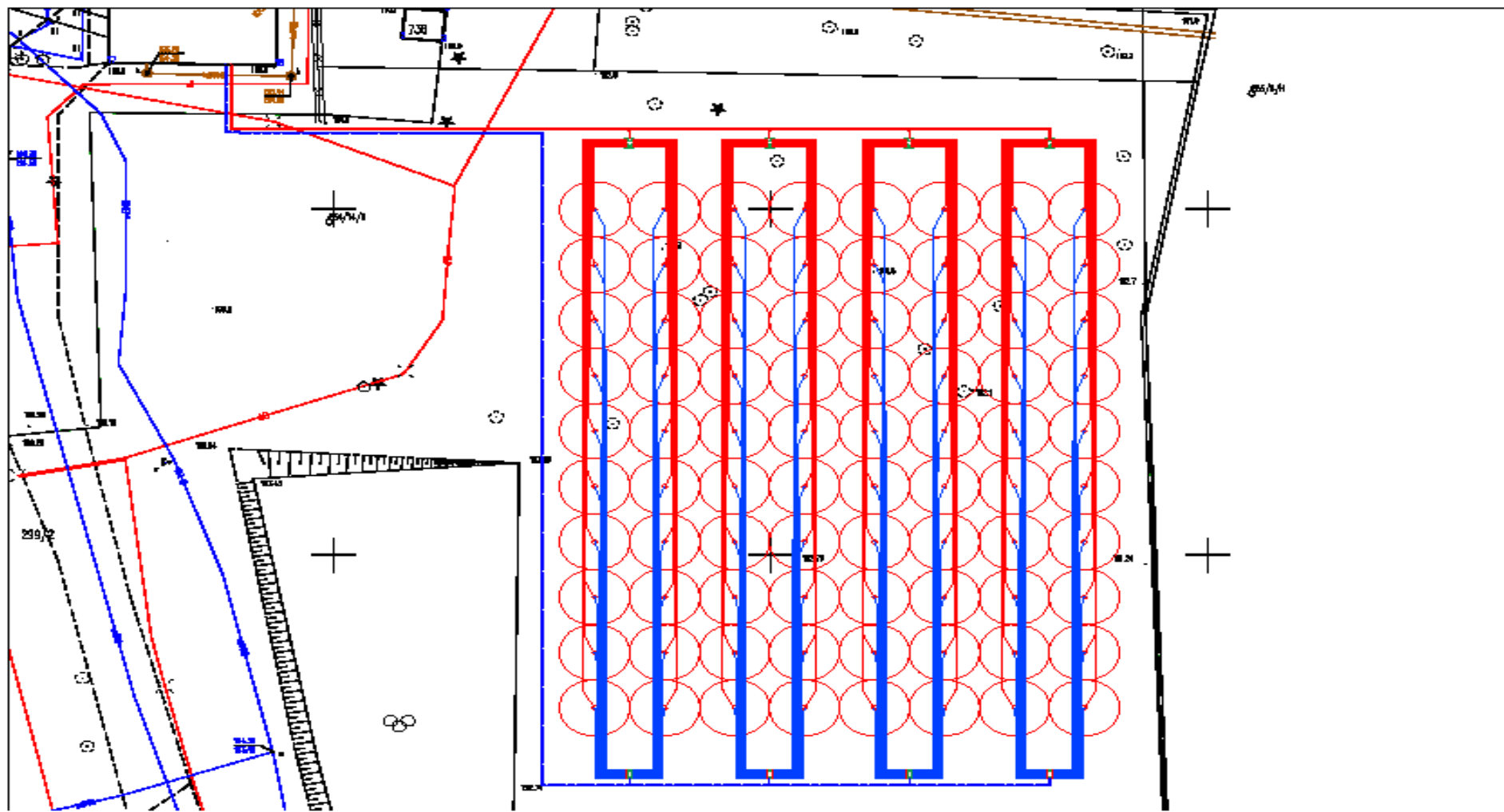
Zadania branży sanitarnej – podłączenie poziome

- **Część wykonawcza**

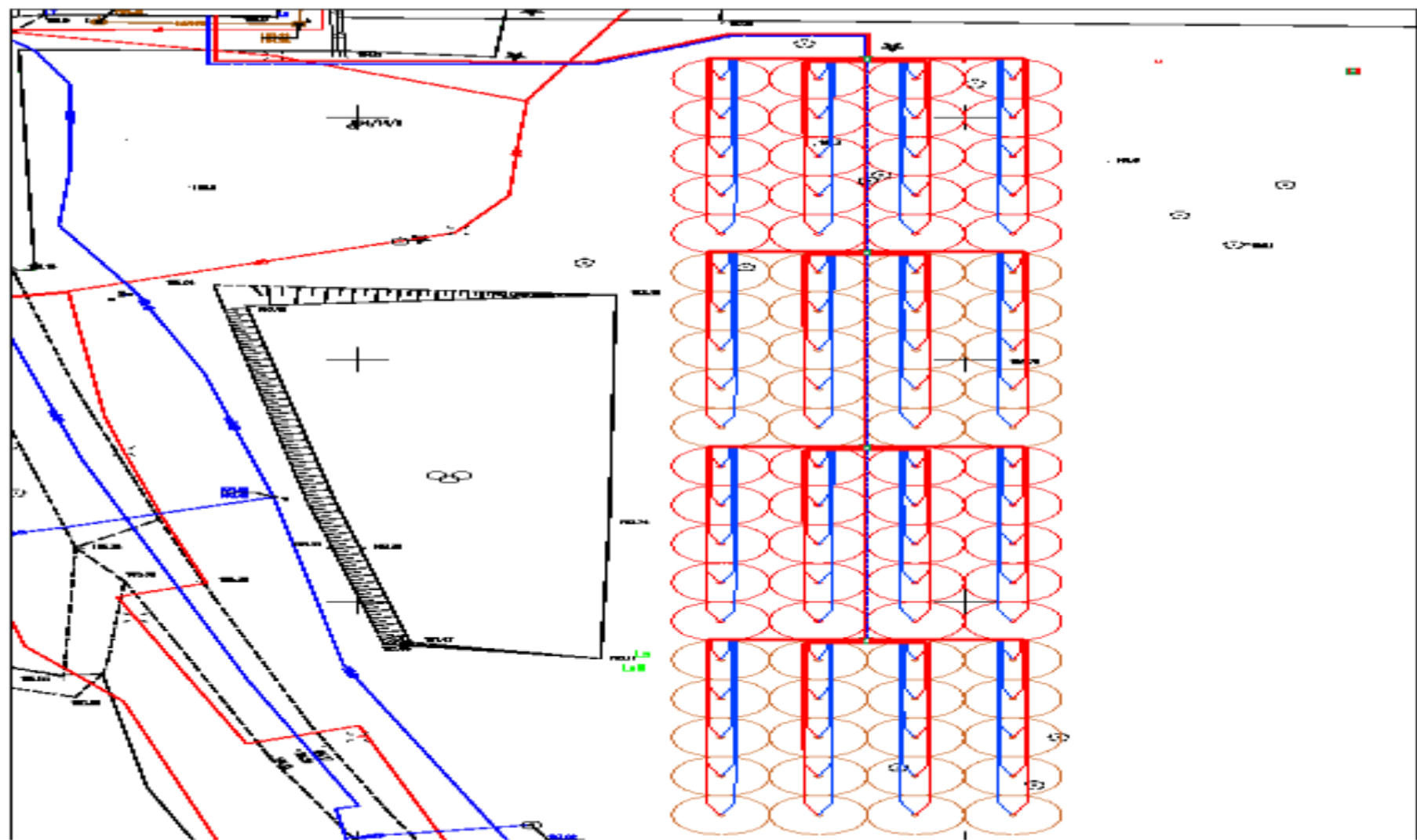
- Prace ziemne (wykopanie przesyłów, zasypanie)
- Prace instalacyjne (rozłożenie rur, zgrzanie)

- **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

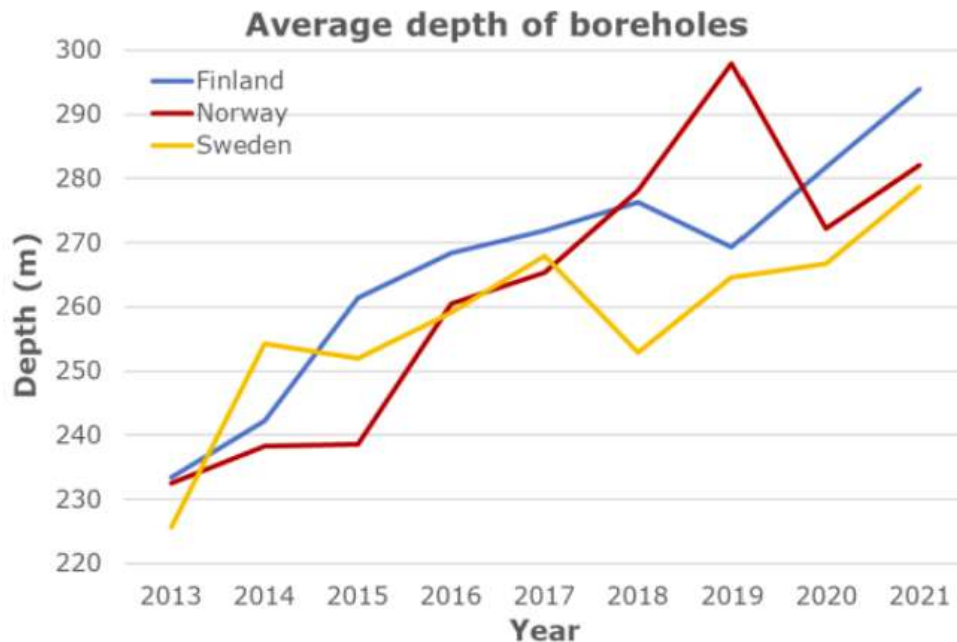
- **PZT**
- **Głębokości przesyłów oraz przekroje**
- **Część opisowa**
- **Materiały**
- **Oznaczenia**
- **Obsypka / podsypka**
- **Dobór średnic oraz studni**
- **Opory przepływu**
- **Kwestie ochrony środowiska**
- **Elementy konserwatorskie**
- **Przepusty oraz uszczelnienie**
- **Odtworzenie terenu**
- **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.







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.](#)





Wybrane realizacje – obiekty zabytkowe

Termomodernizacja zasobów mieszkaniowych
w Gminie Aleksandrów Łódzki .

Realizacja 2019 r.

- **104 budynki, w tym część pod konserwatozem 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 połączeniem poziomym
- Wykonanie ogrzewania podłogowego jedynie na 360 m² powierzchni, tj. 16% powierzchni całkowitej



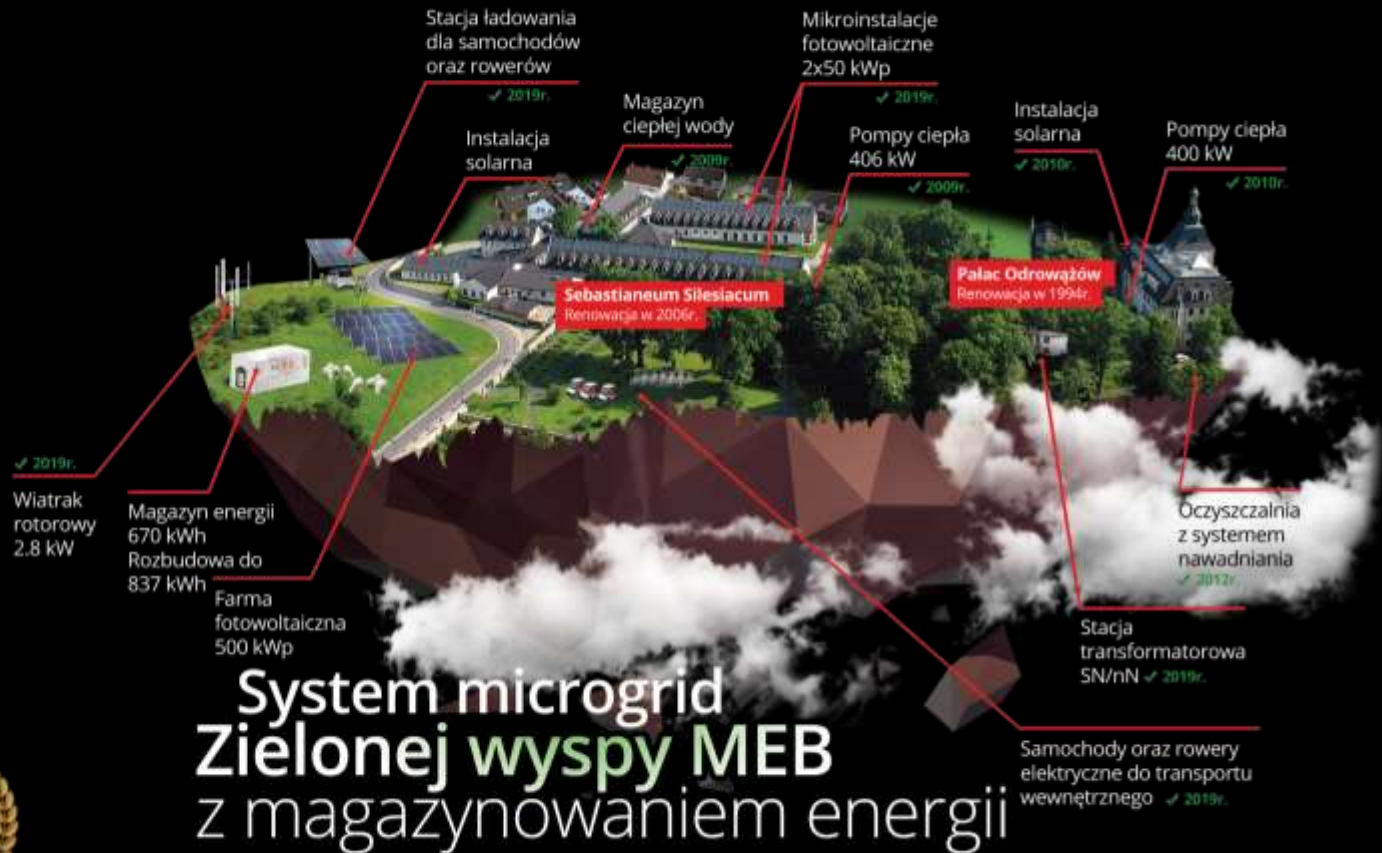
Bazylika w Lublinie

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





Wielokrotnie nagradzana inwestycja!



MODERNIZACJA ROKU 2015



ZŁOTY MEDAL 2020
Międzynarodowe Targi GREEN POWER

System microgrid Zielonej wyspy MEB z magazynowaniem energii

OPTIMALIZACJA
WYKORZYSTANIA
ENERGII
ŹRÓDŁA OZE

PEAK
SHAVING

ZASTOSOWANIA
ZASILANIA
AWARYJNEGO

PRZESUNIECIE W PRODUKCJI
I ODDAWANIU ENERGII
ELEKTRYCZNEJ
ORAZ ENERGY TRADING

HYBRYDYZACJA
GENERATORÓW
DIESLA 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 kociołowa gazowa 100 kW	WARIANT 1 Instalacja solarne + 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 100 kW + kotłownia gazowa + instalacja PV	WARIANT 5 Pompa ciepła BW 162 kW + instalacja PV + dogrzewanie elektryczny c.w.u.	
Zapotrzebowanie mocy grzewczej (D+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
tema ciepła sekcowego netto	-	-	-	-	-	-	t/rok
koszt wytworzenia 1 kWh z kotłowni gazowej netto	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	t/kWh
opłata utrudniona za energię elektryczną netto	0,85	0,85	0,85	-	0,85	0,85	t/kWh
Nakład inwestycyjny							
koszt kotłowni	107 000,00	107 000,00	107 000,00	107 000,00	107 000,00	107 000,00	zł
koszt odwiertów 130 zł/mł	-	-	-	-	-	-	zł
koszt instalacji pompy ciepła	-	-	-	151 000,00	151 000,00	409 000,00	zł
koszt instalacji solarnej	-	262 500,00	-	-	-	-	zł
koszt chłodziw	-	-	-	-	-	-	zł
koszt instalacji PV	-	-	193 930,00	112 750,00	193 930,00	181 030,00	zł
Koszt inwestycji	107 000,00	369 500,00	300 930,00	370 750,00	451 930,00	922 658,00	zł
koszt inwestycji / mł	11,18	38,61	31,45	38,79	47,22	86,41	zł
Różnica w kosztach inwestycji	-	262 500,00	193 930,00	263 750,00	344 930,00	815 658,00	zł
Koszty eksploatacji							
energia elektryczna	-	-	-	-	44 932,67	51 863,81	zł/rok
Mycie łazienkowe	-	-	-	-	-	-	zł/rok
koszt ciepła z kotłowni	159 791,88	138 745,09	137 922,50	118 393,69	29 311,81	-	zł/rok
koszt roczny energii	153 791,88	138 745,09	137 922,50	118 393,69	65 244,48	51 863,81	zł/rok
wynikowy koszt 1 kWh ciepła	0,469	0,423	0,420	0,361	0,309	0,157	t/kWh
wynikowy koszt 1 GJ ciepła	181,33	117,58	116,88	100,33	55,29	45,60	t/GJ
oszczędności	-	15 046,80	15 869,39	35 398,20	88 547,41	102 348,08	zł/rok
	-	0,8%	10,3%	23,0%	57,6%	66,3%	
EP c.w.u. – porównanie wariantów							
ilość energii węgiel MŚC w = 0,87	-	-	-	-	-	-	kWh/rok
ilość energii kotłownia gazowa w = 1,38	360 844	325 540	323 609	277 789	47 705	0	kWh/rok
ilość energii elektrycznej w = 0,06	0	0	0	16 405	126 513	183 206	kWh/rok
Suma EP	360 844	325 540	323 609	294 254	204 220	183 566	kWh/rok
Maksimum energii planowanej EP	98	34	34	31	32	59	kWh/mł/rok
Różnica wskaźnika EP do wariantu 0	0	4	4	7	16	19	kWh/mł/rok

Poprawa efektywności energetycznej w budynkach zabytkowych

Najlepiej, szyć na miarę !!!

Adres dobrego fachowca: www.viessmann.pl

