



# Budynek edukacyjny niemal zero-energetyczny

na przykładzie Wydziału Architektury i Wydziału  
Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej

**BUDMA 2022 • Dzień Inżyniera Budownictwa**

prof. Edward Szczechowiak  
prof. PP Sławomir Rosolski  
Politechnika Poznańska  
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki  
Wydział Architektury  
Luty 2022



# Zakres

- **Wprowadzenie,**
- **Standardy energetyczne budynków,**
- **Założenia budynku niemal zero-energetycznego WAIWIZ PP,**
- **Forma i funkcja budynku,**
- **Rozwiązania techniczne HVAC,**
- **Źródło ciepła i chłodu,**
- **Zaopatrzenie w energię,**
- **Charakterystyka energetyczna,**
- **Podsumowanie.**

# Standardy energetyczne budynków

Pierwsze **budynki energooszczędne** (lata **70-te** XX wieku):

Jako efekt I kryzysu naftowego (1974);

Wprowadzono maksymalne współczynniki przenikania ciepła przegród budynku;

Określono maksymalne zużycie **energii użytkowej** dla ogrzewania i wentylacji – mniej niż **70 kWh/(m<sup>2</sup>a)**.

Pierwszy **budynek pasywny** (lata **80/90** XX wieku):

Opracowanie podstaw – B. Adamson Szwecja 1988,

Realizacja – W. Feist (Niemcy) – 1991 (dom szeregowy 4 - segmentowy);

Określono standard budynku pasywnego (szczelność powietrzna –  $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$ , zużycie **energii użytkowej** dla ogrzewania i wentylacji – **15 kWh/(m<sup>2</sup>a)**, zużycie energii pierwotnej dla wszystkich potrzeb – **120 kWh/(m<sup>2</sup>a)**.

Budynki **nZEB i +ZEB** (lata **2010-2021**):

Opracowanie podstaw – Dyrektywa UE 2010 (maj 2010),

Wdrożenie: 2019/2021 – EP = f(min. koszt glob.),

Polska – wymagania zawarte w WT.

# Wdrażania budynków nZEB - Polska

## Parametry projektowe – energia pierwotna EP (wg WT'13)

**Tabl. 1** Maksymalne wartości  $EP_{H+W}$  [kWh/m<sup>2</sup>a] dla budynków różnych rodzajów wg WT'13

Rodzaj budynku	Od 01.2014	Od 01.2017	Od 01.2021*
Budynek mieszkalny			
– jednorodzinny	120	95	70
– wielorodzinny	105	85	65
Budynek zam. zbiorowego	95	85	75
Budynek użyteczności publicznej:			
– opieki zdrowotnej	390	290	190
– pozostałe	65	60	45
Budynek produkcyjny, magazynowy	110	90	70

**Oznaczenia:** H – ogrzewanie, W – ciepła woda; \*od 01.2019 – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością

### Standardy od 1. stycznia 2021

Maks. dopuszczalne zużycie energii pierwotnej nieodnawialnej wg WT2013 dla ogrzewania, wentylacji, c.w.u. i oświetlenia wbudowanego:  $EP_{H+W+C+L} = 45+25+25 = 95 \text{ kWh(m}^2\text{a)}$ .



# Stan prawny w Polsce

## Certyfikacja energetyczna budynków i świadectwa charakterystyki energetycznej budynków

- Charakterystyka **energetyczna budynków** – Dyrektywa – 2002/91/CE i nowelizacja – 2010/31/EU.
- Wprowadzenie w Unii Europejskiej – 2006.
- Wprowadzenie w Polsce – 2009.
- Parametry oceny:
  - **Energia pierwotna nieodnawialna (EP),**
  - **Emisja ditlenku węgla (CO<sub>2</sub>),**
  - **Udział energii odnawialnej.**
- Ocena rocznego zużycia energii i emisji dla potrzeb ogrzewania, chłodzenia, wentylacji, ciepłej wody oraz oświetlenia wbudowanego.



# **Budynek edukacyjny nZEB WAIWIZ PP**

# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP

## Podejście zintegrowane

## Koncepcja Budynku i HVAC - założenia

### Budynek i jego charakterystyka cieplna (EU)

#### 1. Obniżenie strat ciepła przez przenikanie

- zwartość budynku (A/V)
- orientacja wg stron świata
- dobra izolacja termiczna przegród (U)
- wysokoefektywne energetycznie okna
- redukcja mostków cieplnych

#### 2. Obniżenie strat ciepła wentylacji

- szczelność powietrzna (n50) obniżenie strat inf.
- wentylacja DCV - zmiennym przepływ wg potrzeb
- wysokosprawny odzysk ciepła
- wymiennik gruntowy

#### 3. Energia promieniowania słonecznego

- przeszklenie o wysokim współczynniku g
- żaluzje ruchome sterowane automatycznie
- zima – żaluzje podniesione
- lato – żaluzje opuszczone, zamknięte

#### 4. Maksymalne wykorzystanie wewn. zysków ciepła

#### 5. Odpowiednia pojemność cieplna budynku

- Konstrukcja żelbetowa, Stropy G-Ch

### Technika instalacyjna i źródła energii (EK)

#### 1. Ogrzewanie

- wysoka sprawność źródeł ciepła
- ogrzewanie niskotemperaturowe
- obniżenie strat ciepła na dystrybucji i w akumulacji
- wysoka sprawność podgrzewu CWU
- małe zużycie energii pomocniczej (pompy)
- sterowanie cyfrowe (efektywność regulacji)

#### 2. Wentylacja

- przepływ powietrza zmienny wg potrzeb
- wysokoefektywny odzysk ciepła
- obniżenie strat ciepła na dystrybucji
- małe zużycie energii pomocniczej (wentylatory)
- sterowanie cyfrowe (efektywność regulacji)

#### 3. Chłodzenie

- wysoka sprawność źródeł chłodu
- wykorzystanie chłodzenia naturalnego
- obniżenie strat chłodu na dystrybucji i w akumulacji
- małe zużycie energii pomocniczej (pompy)
- sterowanie cyfrowe (efektywność regulacji)

#### 4. Sterowanie i zarządzanie budynkiem

- optymalna eksploatacja i kontrola dostępu
- algorytmy sterowania dopasowane do użytkownika

## Pochodzenie i konwersja energii ( $E_p$ )

1. Wybór i efektywne wykorzystanie energii pierwotnej nieodnawialnej i odnawialnej (niski współczynnik nakładu).
2. Wykorzystanie energii promieniowania słonecznego (kolektory termiczne i PV).
3. Wykorzystanie biopaliw i innych źródeł energii odnawialnej.
4. Wykorzystanie pomp ciepła (PC).
5. Wzrost udziału energii ze źródeł odnawialnych.

## Krajowe wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej $w_i$ (Polska od 2015):

- Paliwa kopalne – 1,1;
- Energia słoneczna, wiatr, geotermia – 0,0;
- Biomasa – 0,2;
- Biogaz – 0,5;
- Ciepło z kogeneracji (węgiel, gaz) – 0,8;
- Ciepło z kogeneracji (biomasa, biogaz) – 0,15;
- Ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej – 1,3;
- Energia elektryczna sieciowa – 3,0.



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP

## Wykorzystane narzędzia

### Building Information Modeling (BIM)

- **Revit** – projektowanie wielobranżowe 3D
- **Navisworks** – koordynacja międzybranżowa
- **BIM 360 Field** – odbiory inwestorskie



AUTODESK®  
REVIT® 2018

FOR  
 | AUTODESK  
NAVISWORKS



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP

## Założenia projektowe:

- Projektowanie zintegrowane,
- Optimalizacja parametrów użytkowych i funkcji.
- Zapewnienie komfortu cieplnego i jakości powietrza:  
Temperatura w zimie –  $20-21^{\circ}\text{C}$ ,  
Temperatura w lecie –  $24-25^{\circ}\text{C}$ ,  
Stężenie  $\text{CO}_2$  – poniżej 1000 ppm,  
Podwyższona czystość powietrza: PM10; PM2,5.
- Parametry energetyczne budynku poniżej standardu nZEB w Polsce po roku 2021,
- Wysoki udział energii odnawialnej: powyżej 60%.

# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP

## Budynek projektowany:

- Funkcja: budynek edukacyjny (dydaktyka, nauka, administracja),
- Zwartość budynku:  $A/V = 0,2 \text{ 1/m}$ ,
- Budynek z atrium wewnętrznym,
- Wymiary:  $74,36 \times 66,00 \text{ m}$ ,
- Wysokość od fundamentów:  $16,40 \text{ m}$ ,
- Wysokość części nadziemnej:  $11,80 \text{ m}$ ,
- Powierzchnia użytkowa całkowita:  $15\,523,0 \text{ m}^2$ ,
- Liczba kondygnacji – 4 (3 nadziemne),
- Izolacyjność cieplna i szczelność powietrzna:  
Ściany  $U = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ,  
Stropodach  $U = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ,  
Posadzka na gruncie  $U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ,  
Szczelność powietrzna  $n_{50} = 0,20 \text{ h}^{-1}$ ,
- Okna zespolone trzyszybowe:  $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – widok na jezioro Malta





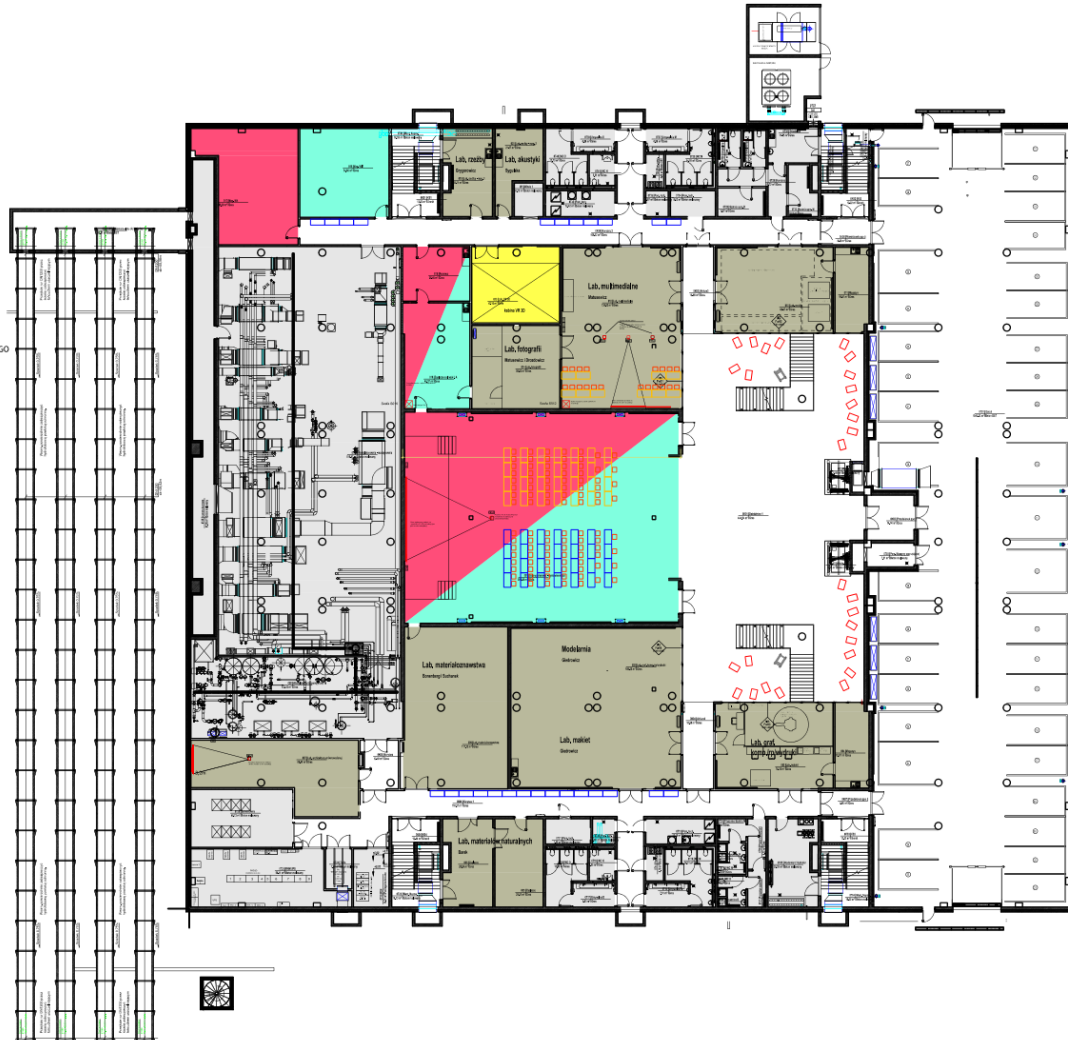
# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – widok na jezioro Malta





# **Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – widok od strony wejścia głównego**





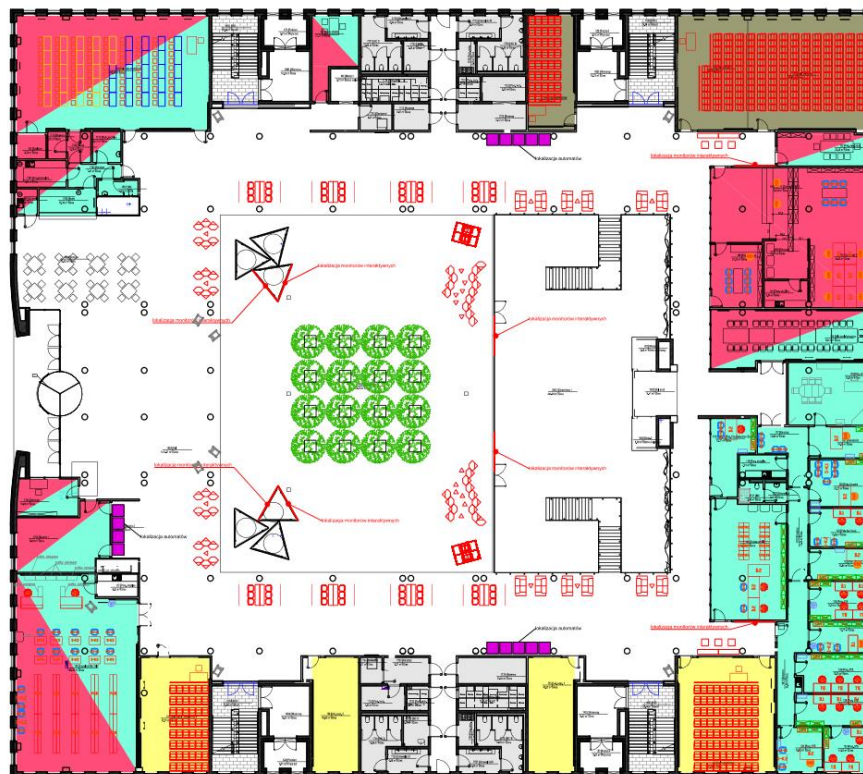


# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – parter

## LEGENDA

- POMIESZCZENIA WSPÓLNE/MIEDZYWYDZIAŁOWE
- POMIESZCZENIA TECHNICZNE (ŁAZIENKI)
- INSTYTUT ARCHITEKTURY, URBANISTYKI I OCHRONY DZIEDZICTWA
- INSTYTUT ARCHITEKTURY I PLANOWANIA PRZESTRZEDNIEGO
- INSTYTUT ARCHITEKTURY WNETRZ I WZORNICTWA PRZEWYŚLOWEGO
- DZIEKANAT WA
- SALE DYDAKTYCZNE WA
- INSTYTUT INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA I JAKOŚCI
- INSTYTUT ZARZĄDZANIA I SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH
- INSTYTUT LOGISTYKI
- DZIEKANAT WIZ
- SALE DYDAKTYCZNE WIZ

WYDZIAŁ ARCHITEKTURY I  
WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA  
RZUT POZIOMU 1  
SKALA 1:150



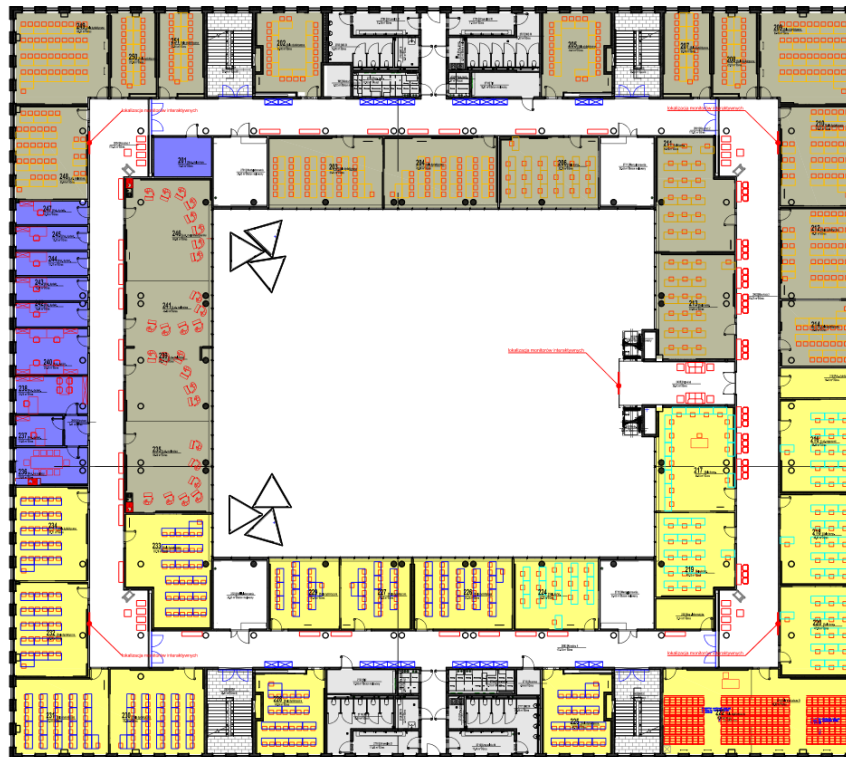


# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – pierwsze piętro

## LEGENDA

- POMIESZCZENIA WSPÓLNE/MIEDZYWYDZIAŁOWE
- POMIESZCZENIA TECHNICZNE/LAZIENKI
- INSTYTUT ARCHITEKTURY, URBANISTYKI I OCHRONY DZIEDICTWA
- INSTYTUT ARCHITEKTURY I PLANOWANIA PRZESTRZEDNIEGO
- INSTYTUT ARCHITEKTURY WNIĘTRZ I WZORNICTWA PRZEMYSŁOWEGO
- DZIEKANAT WA
- SALE DYDAKTYCZNE WA
- INSTYTUT INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA I JAKOŚCI
- INSTYTUT ZARZĄDZANIA I SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH
- INSTYTUT LOGISTYKI
- DZIEKANAT WIZ
- SALE DYDAKTYCZNE WIZ

WYDZIAŁ ARCHITEKTURY I  
WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA  
RZUT POZIOMU 2  
SKALA 1:150



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – drugie piętro

LEGENDA

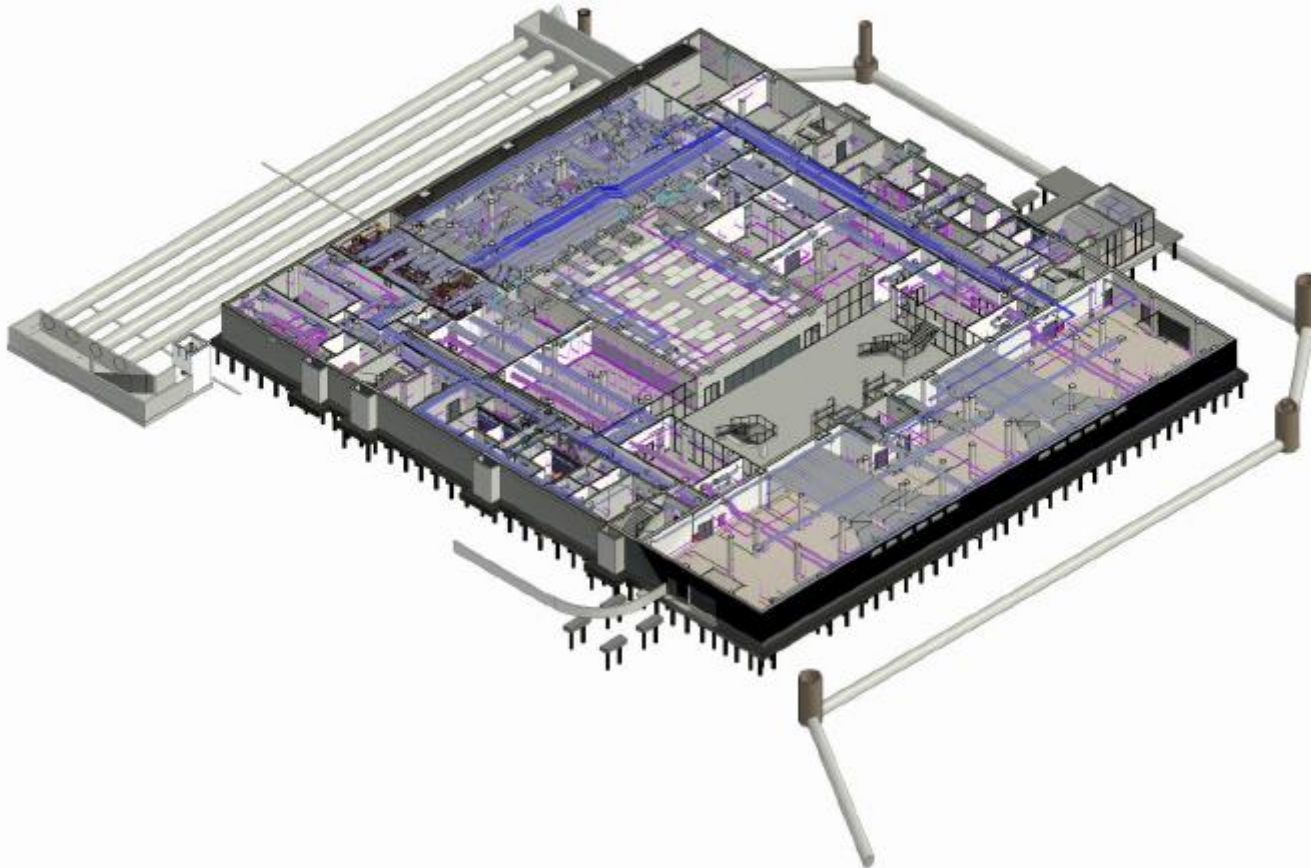
- POMIESZCZENIA WSPÓLNE /MIĘDZYWYDZIAŁOWE
- POMIESZCZENIA TECHNICZNE/LAZENKI
- INSTYTUT ARCHITEKTURY, URBANISTYKI I OCHRONY DZIEDZICTWA
- INSTYTUT ARCHITEKTURY I PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO
- INSTYTUT ARCHITEKTURY WNETRZ I WZORNICTWA PRZEMYSŁOWEGO
- DZIEKANAT WA
- SALE DYDAKTYCZNE WA
- INSTYTUT INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA I JAKOŚCI
- INSTYTUT ZARZĄDZANIA I SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH
- INSTYTUT LOGISTYKI
- DZIEKANAT WIZ
- SALE DYDAKTYCZNE WIZ

WYDZIAŁ ARCHITEKTURY I  
WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA  
RZUT POZIOMU 3  
SKALA 1:150



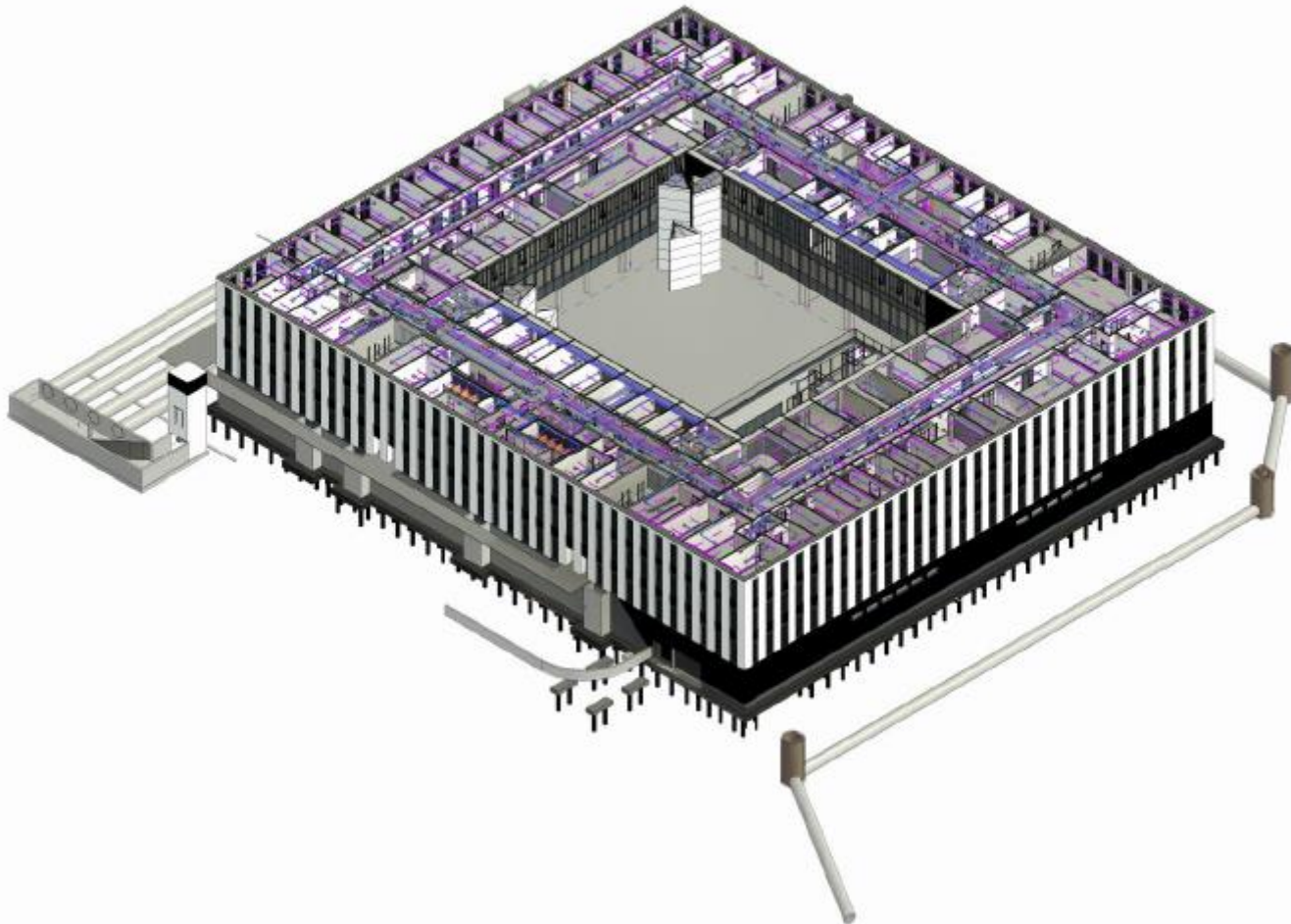
# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – BIM MODEL 3D - podziemie

O BIM – MODEL 3D – POZIOM 0



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – BIM MODEL 3D – drugie piętro

O BIM – MODEL 3D – POZIOM 3





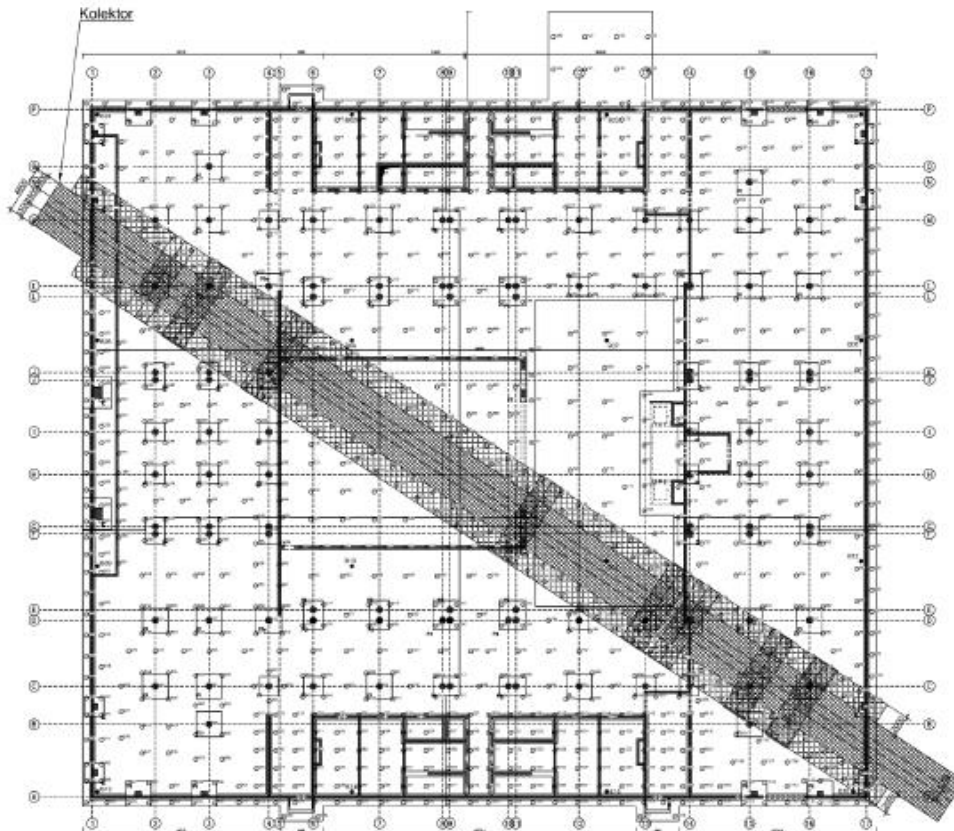
# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – BIM MODEL 3D – przekrój poprzeczny

O BIM – MODEL 3D – PRZEKRÓJ



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – BIM MODEL 3D – fundamenty

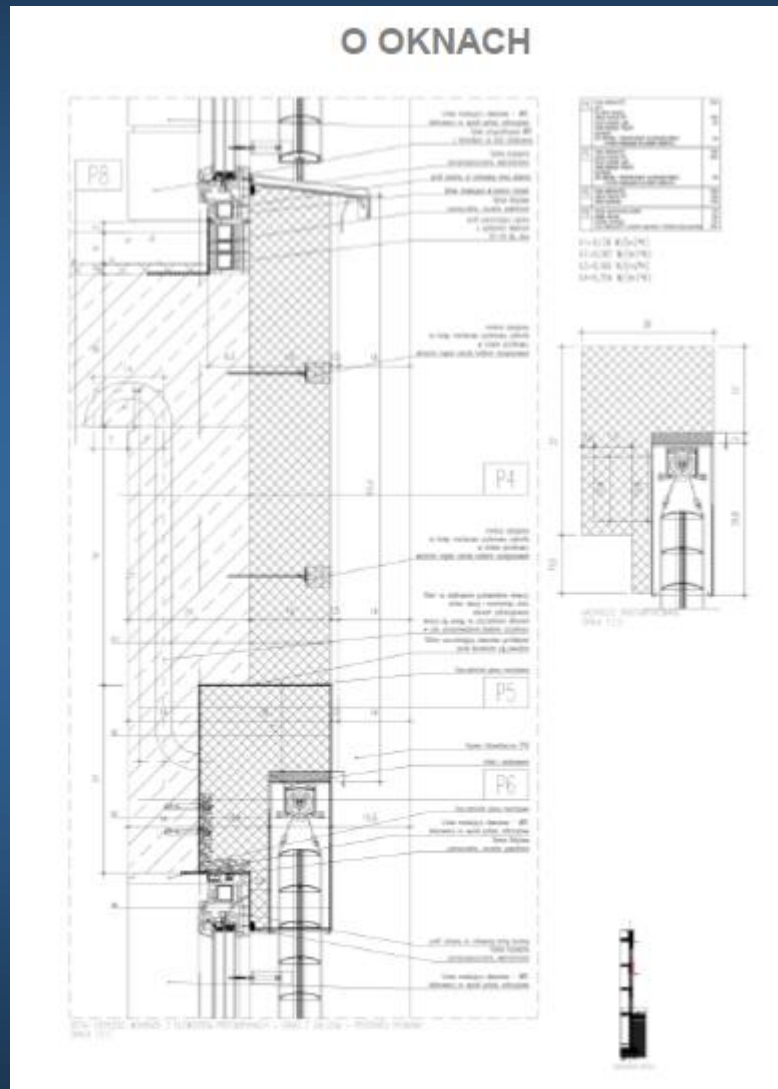
## O FUNDAMENTACH



Liczba pali fundamentowych  
Długość pali fundamentowych  
Liczba słupów

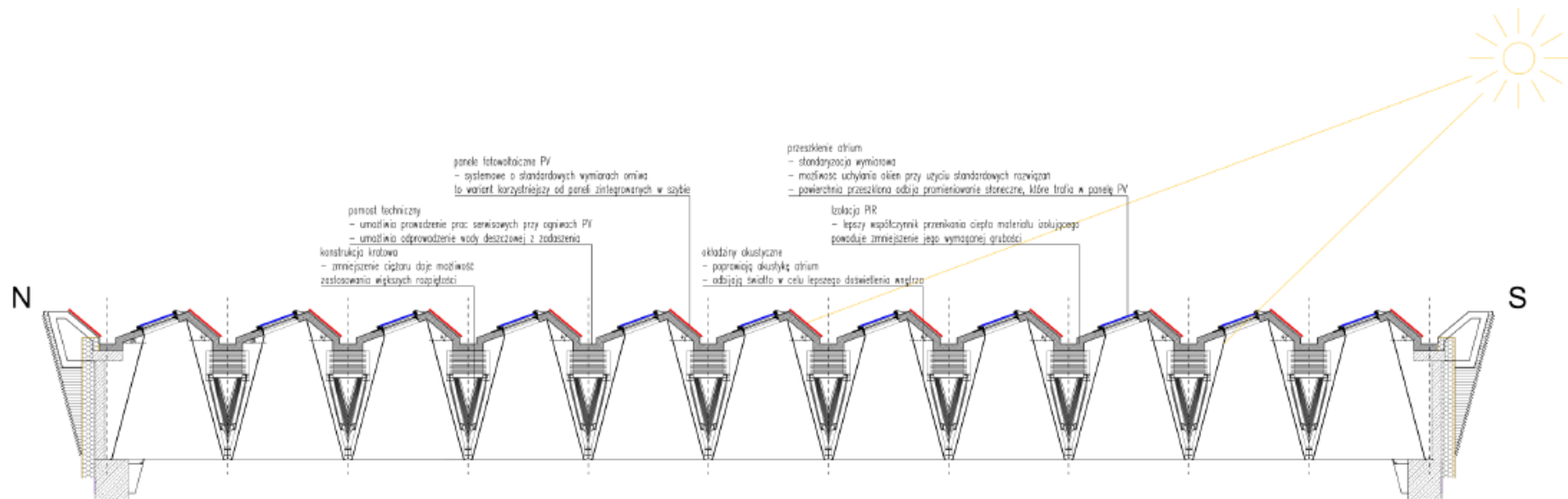
1121 szt.  
8,0 – 15,0 m  
388 szt.

# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – BIM MODEL 3D – okna



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – BIM MODEL 3D – przeszklenie atrium i kolektory PV

## O INSTALACJI OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH



**KĄT NACHYLENIA PANELI FOTOWOLTAICZNYCH: 40°**

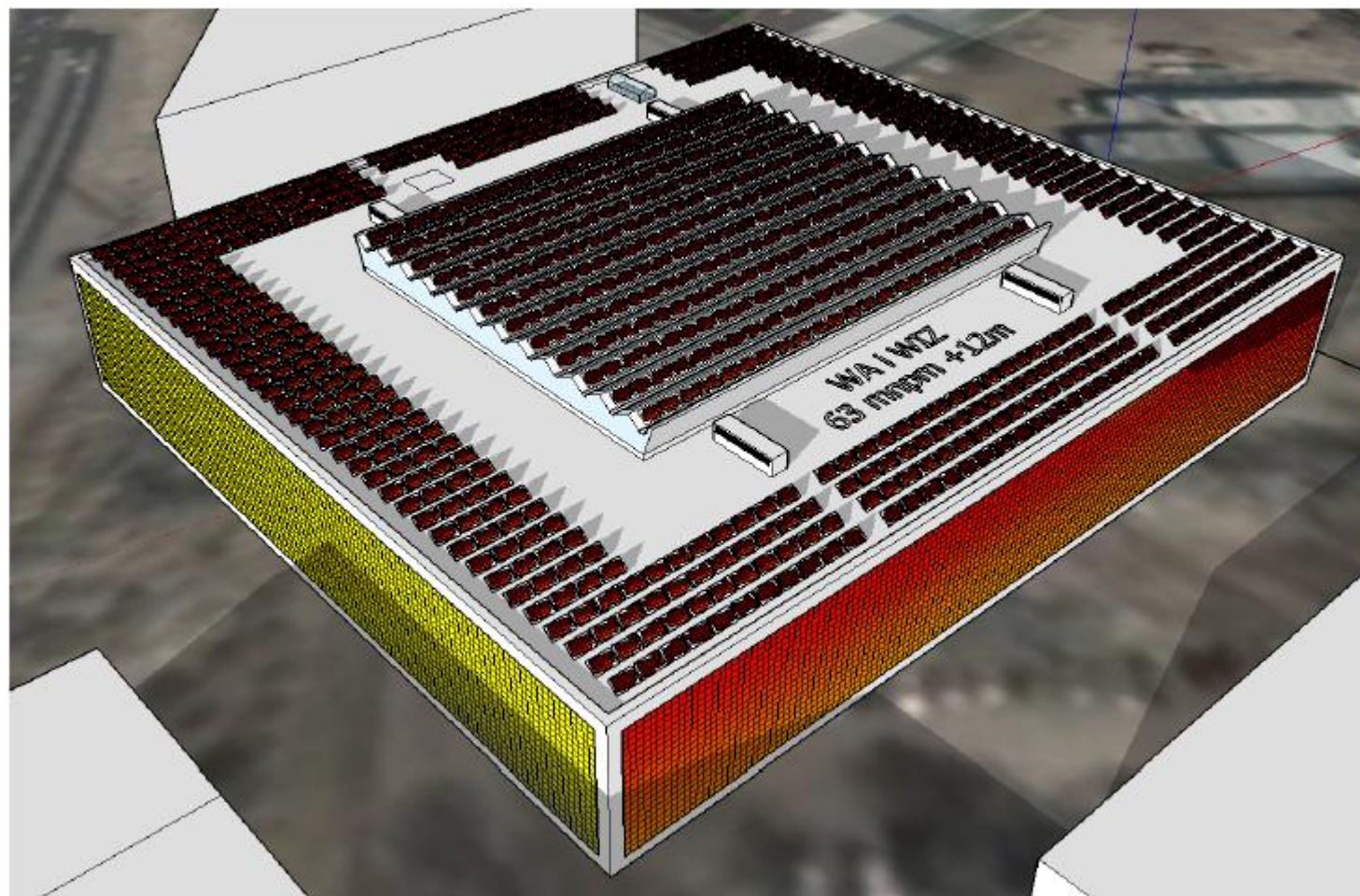
**KĄT NACHYLENIA PRZESZKLEŃ ATRIUM: 20°**

**SCHEMAT PODKONSTRUKCJI OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH**



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – ogniwa PV 199,8 kWp

O INSTALACJI OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH

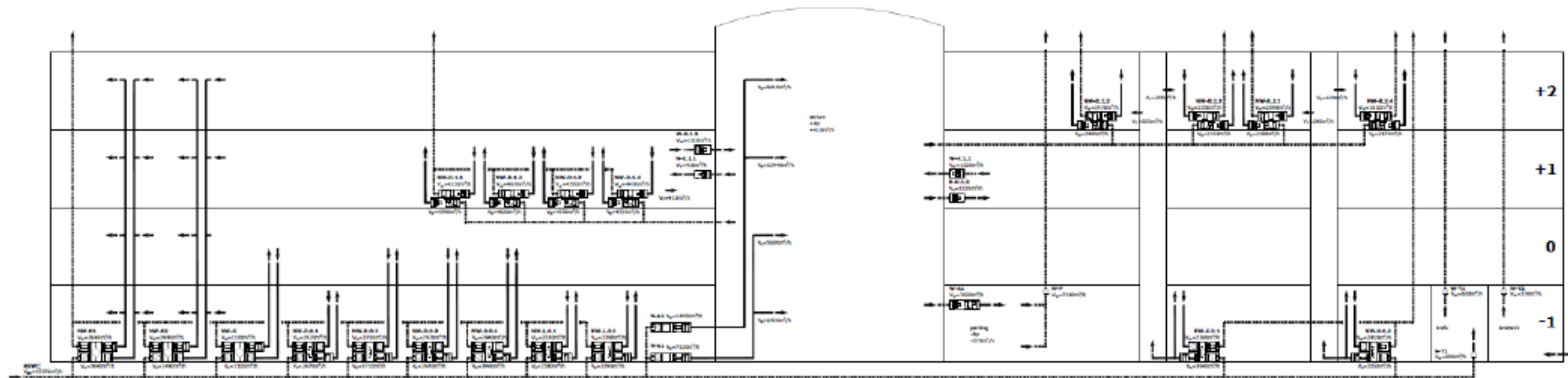




# **Budynek dydaktyczno-biurowy WAIWIZ PP – rozwiązanie HVAC + źródło ciepła/chłodu**

- **Stropy grzewczo-chłodzące (SG-Ch)**
- **Źródło ciepła – 3 pompy ciepła, sondy pionowe gruntowe**
- **Źródło chłodu – sondy gruntowe + pompy ciepła**
- **Wentylacja/klimatyzacja – wymiennik gruntowy powietrzny, odzysk ciepła, nawiewniki źródłowe w pomieszczeniach**
- **Energia elektryczna – sieć zewnętrzna systemowa + kolektory PV (199,8 kWp)**
- **Współpraca z budynkiem CDWTCh**
- **Algorytmy sterowania (połączenie z żaluzjami okiennymi)**

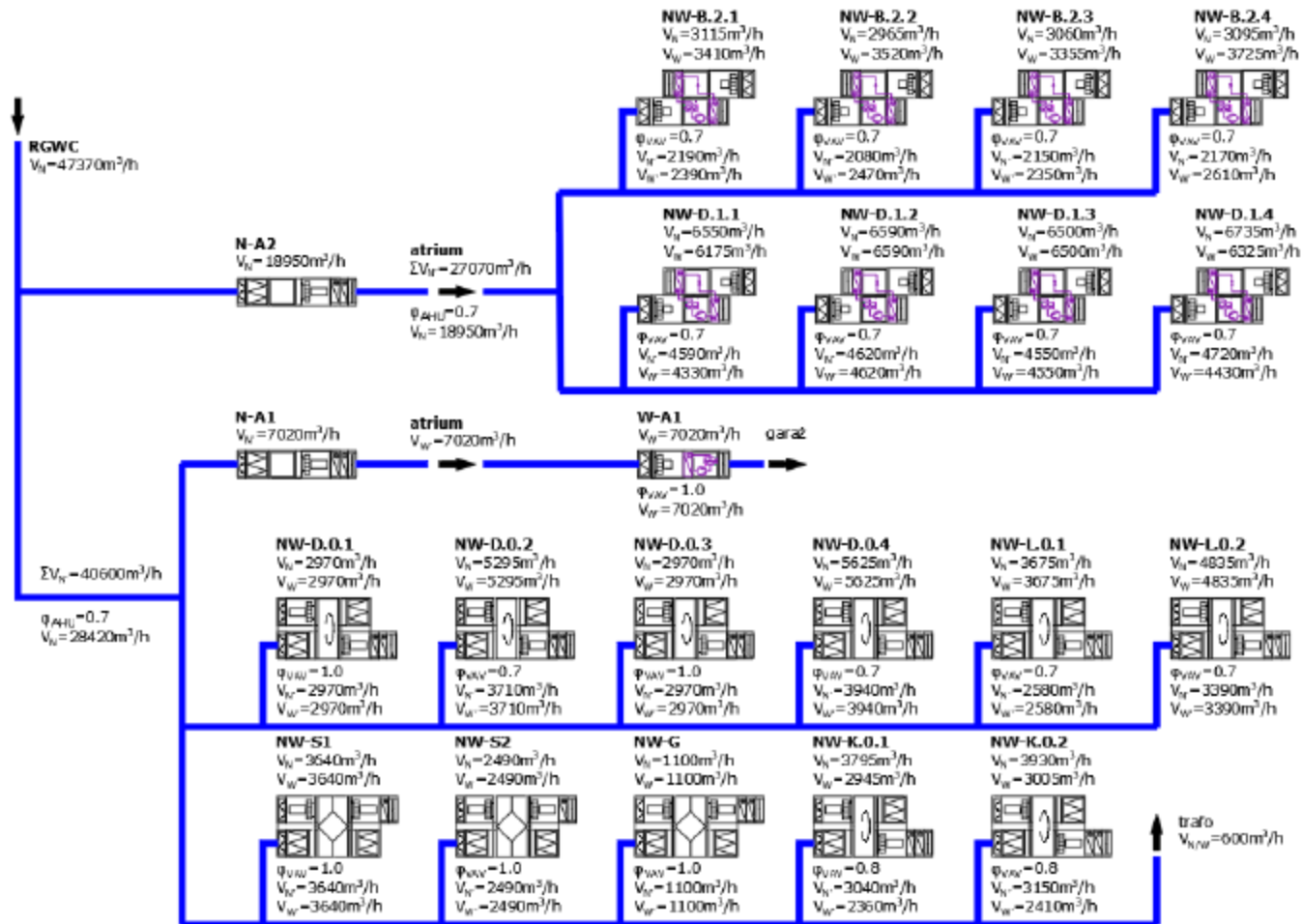
# Budynek edukacyjny WaiWIZ PP – wentylacja



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP

## – wentylacja schemat

### O INSTALACJI WENTYLACJI





# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – wentylacja (podziemie)

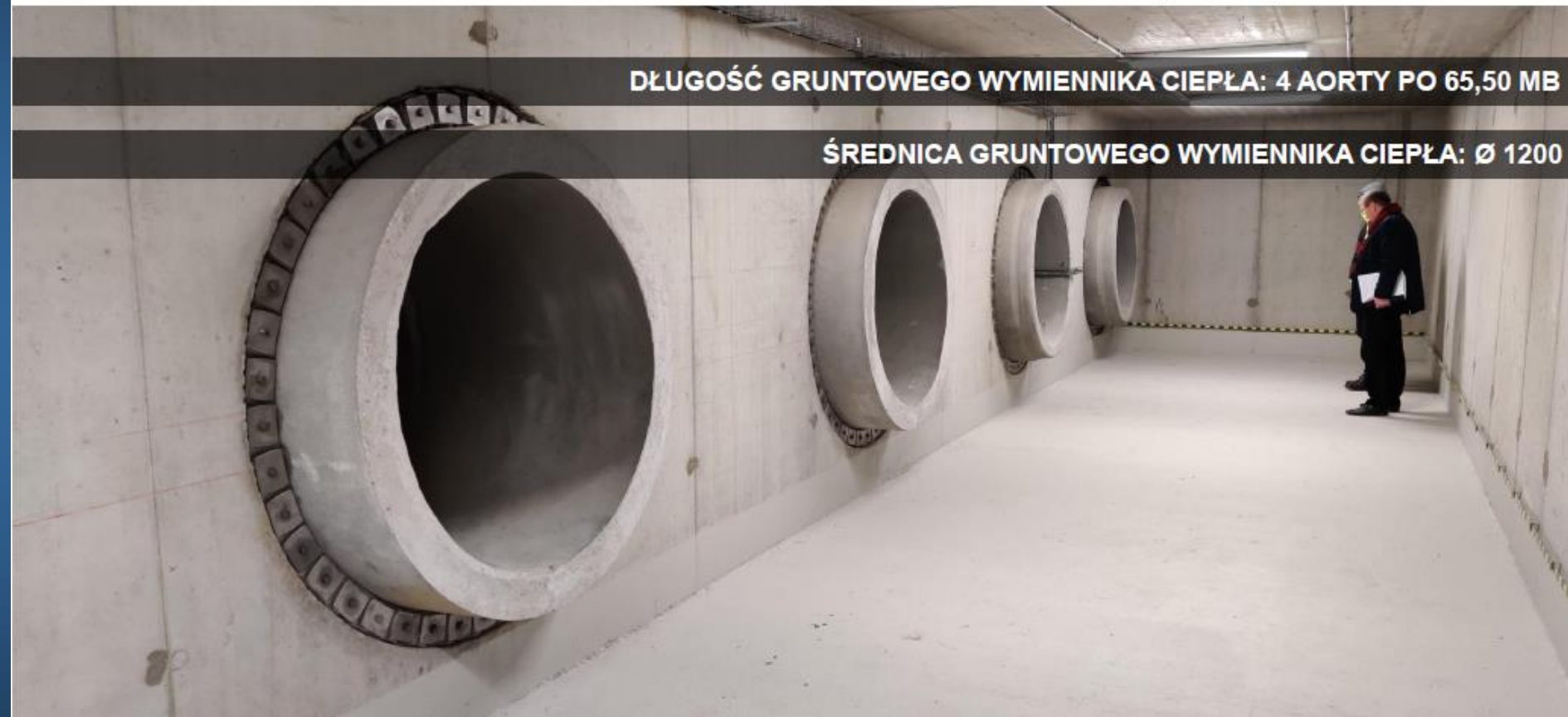


# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – wentylacja: powietrzny wymiennik gruntowy

O RUROWYM POWIETRZNYM GRUNTOWYM WYMIENNIKU CIEPŁA (RPGWC)

DŁUGOŚĆ GRUNTOWEGO WYMIENNIKA CIEPŁA: 4 AORTY PO 65,50 MB

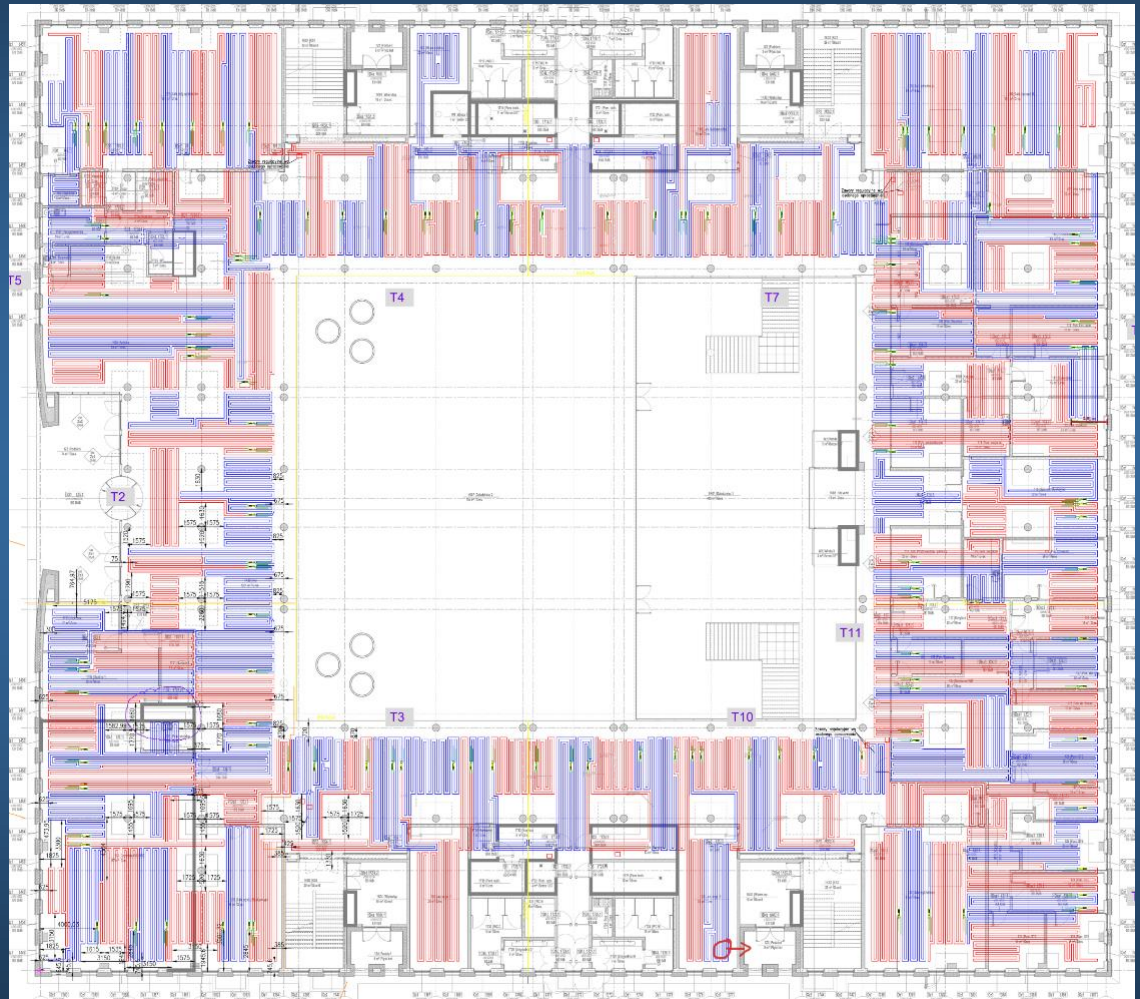
ŚREDNICA GRUNTOWEGO WYMIENNIKA CIEPŁA:  $\varnothing$  1200



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – stropy grzewczo-chłodzące (SG-Ch)

## Stropy Grzewczo-Chłodzące (SG-Ch):

- Grzanie 30/25 °C
- Chłodzenie 15/19 °C
- Pokrywają 67%  $A_f$
- $Q_g=79$  kW
- $Q_{ch}=340$  kW





# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – stropy G-Ch





# Budynek dydaktyczno-biurowy WAIWIZ PP – stropy G-Ch betonowanie



# **Budynek dydaktyczno-biurowy WAIWIZ PP – stropy G-Ch - podłączenie zasilania**





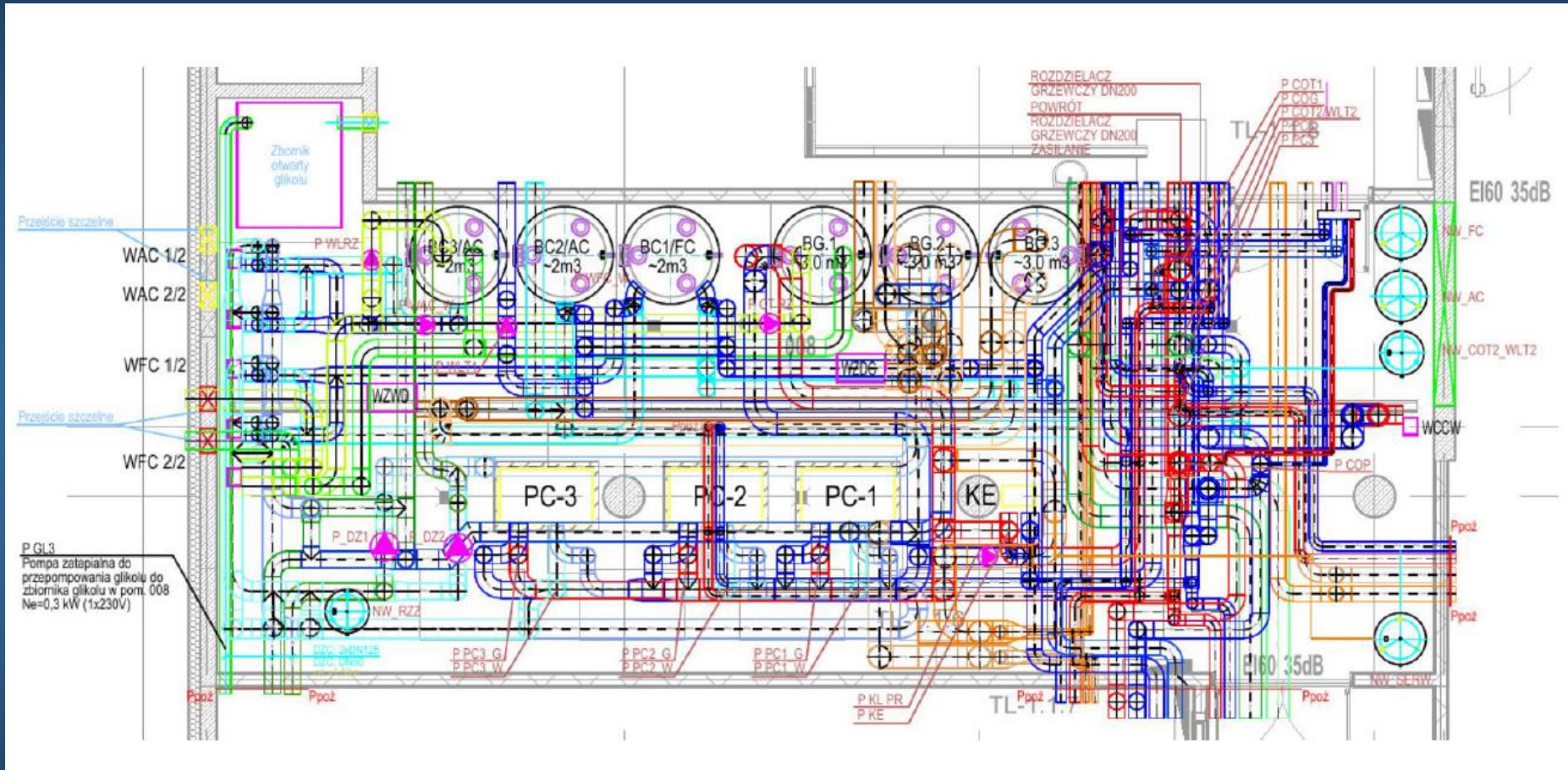
# Budynek dydaktyczno-biurowy WAIWIZ PP – źródło ciepła i chłodu (PC)

## Funkcje:

- Ogrzewanie, Chłodzenie, CWU, Odzysk ciepła między obiegami,
- Wykorzystanie OZE,
- Tryby pracy - układ sterowania,
- Optimalizacja kosztowa/energetyczna w ramach źródła i kampusu PP:
  - źródło szczytowe grzanie/chłodzenie,
  - regeneracji DZC@CDWTCh,
  - przyszłościowo połączenie kolejnych budynków,
- Pompy ciepła:  $3 \times 60 \text{ kW} = 180 \text{ kW}$  + kocioł elektryczny 60kW.



# Budynek dydaktyczno-biurowy WAIWIZ PP – maszynownia PC



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – maszynownia PC

O ŹRÓDLE CIEPŁA I CHŁODU – MASZYNOWNIA POMP CIEPŁA (MPC)



LICZBA POMP CIEPŁA: 3 SZT.

LICZBA SOND: 26 SZT.

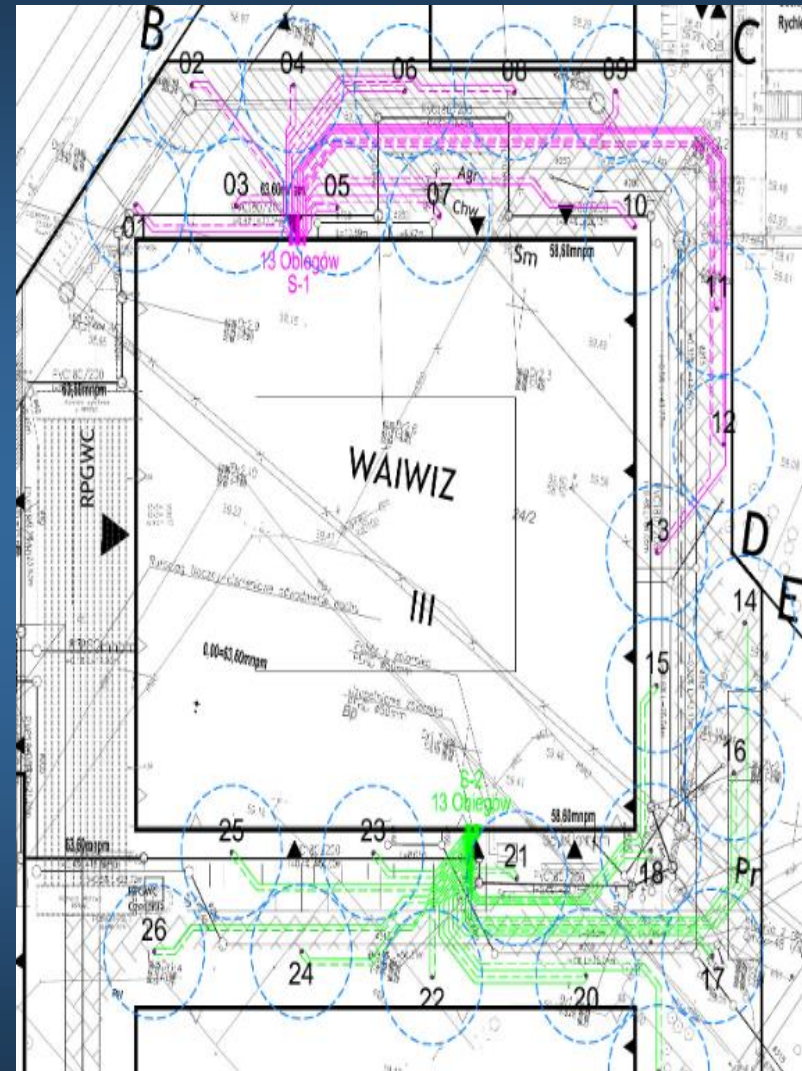
GLĘBOKOŚĆ SOND: 150M



# Budynek dydaktyczno-biurowy WAIWIZ PP – dolne źródło PC

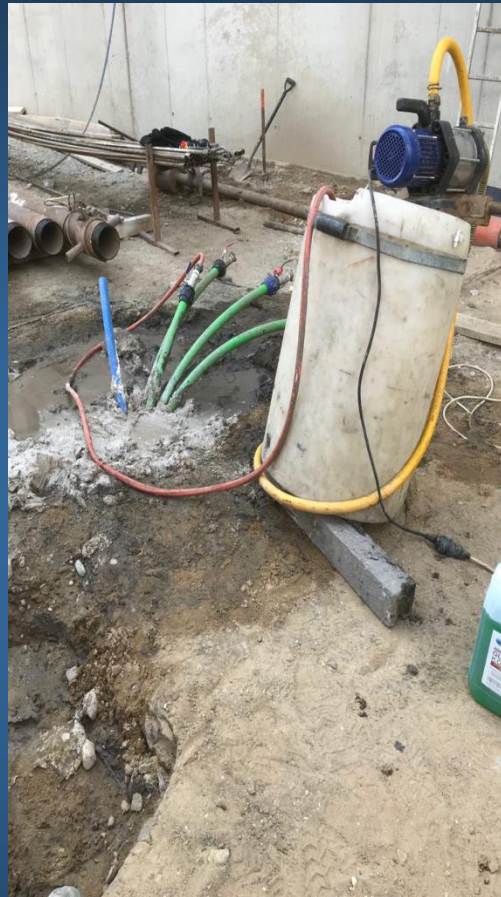
## Sondy gruntowe:

- 26 szt. 2U
- $L=200$  m
- PE-Xa
- $q=42$  W/m
- $Q=218$  kW





# Budynek dydaktyczno-biurowy WAIWIZ PP – dolne źródło PC (wykonanie)



# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – szczelność powietrzna ( $0,2 \text{ h}^{-1}$ )

O SZCZELNOŚCI POWIETRZNEJ BUDYNKU





# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – charakterystyka energetyczna

Maksymalne wartości EP [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

$$EP_{H+W} = 45 \text{ kWh/(m}^2\text{a)},$$

$$\Delta EP_C = 25 \text{ kWh/(m}^2\text{a)},$$

$$\Delta EP_L = 25 \text{ kWh/(m}^2\text{a)},$$

$$EP = 95 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}.$$

Przykładowe rozwiązanie dla takiego standardu – zasilanie w ciepło z sieci ciepłej zdalaczynnej ( $W_{EP} = 1,0$ ) oraz z sieci elektroenergetycznej ( $W_{nEP} = 3,0$ ):

Zapotrzebowanie energii końcowej

$$EK_{H+W} = 40 \text{ kWh/(m}^2\text{a)},$$

$$EK_{H+W} (\text{pom}) = 1,7 \text{ kWh/(m}^2\text{a)},$$

$$EK_C = 8,3 \text{ kWh/(m}^2\text{a)},$$

$$EK_L = 8,3 \text{ kWh/(m}^2\text{a)},$$

$$\text{Łącznie: } EK = 58,3 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}.$$

Emisja CO<sub>2</sub>:

$$E_{CO_2, (H+W)} = 11,2 \text{ kgCO}_2\text{/(m}^2\text{a)},$$

$$E_{CO_2, (H+W)} (\text{en.pom.}) = 1,4 \text{ kgCO}_2\text{/(m}^2\text{a)},$$

$$E_{CO_2, C} = 6,85 \text{ kgCO}_2\text{/(m}^2\text{a)},$$

$$E_{CO_2, L} = 6,85 \text{ kgCO}_2\text{/(m}^2\text{a)},$$

$$\text{Łącznie emisja CO}_2: E_{\text{sum}} = 26,3 \text{ kgCO}_2\text{/(m}^2\text{a)}.$$

# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – charakterystyka energetyczna

## Porównanie energii końcowej i emisji dwutlenku (CO<sub>2</sub>) węgla budynku WAIWIZ

Lp.	Wyszczególnienie	Zużycie EK wg WT'2021	Zużycie EK wg projektu	Zużycie EK wg pomiarów 2020	Zużycie EK wg pomiarów 2021
1.	Ogrzewanie, chłodzenie, wentylacja, ciepła woda [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	50,0	12,68	8,90	9,16
2.	Oświetlenie wbudowane [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	8,3	8,01	3,70	4,14
3.	Razem [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	58,3	20,69	12,60	13,30
6.	Produkcja własna PV [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		12,65	13,89	13,25
7.	Łączne zużycie z uwzględnieniem produkcji własnej PV [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		8,04	-1,29	0,05
9.	Emisja CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]	26,3	6,55	0	0,04

Powierzchnia o regulowanej temperaturze:  $A_f = 15\,138\text{ m}^2$ .

# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – charakterystyka energetyczna + koszty eksploatacyjne

## Porównanie zużycia energii pierwotnej i kosztów zużytej energii w budynku WAIWIZ

Lp.	Wyszczególnienie	Zużycie EP wg WT'2021	Zużycie EP wg projektu	Zużycie EP wg pomiarów 2020	Zużycie EP wg pomiarów 2021
1.	Ogrzewanie, chłodzenie, wentylacja, ciepła woda, oświetlenie wbudowane [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	95,0	21,67	0	0,15
2.	Koszty roczne energii dla w/w potrzeb [zł/(m <sup>2</sup> a)]	23,40	4,90	0,00	0,03
3..	Koszty roczne energii elektrycznej dla w/w potrzeb [zł/rok]	354 230,00	74 176,00	0,00	454,14

Uwaga: przyjęto cenę 1 kWh = 0,60 zł, sieć ciepła 86 zł/GJ (0,31 zł/kWh).

# Budynek edukacyjny WAIWIZ PP – podsumowanie

## Budynek nZEB Wydziału Architektury i Inżynierii Zarządzania - podsumowanie

- Lokalizacja – Poznań nad rzeką Wartą,
- Realizacja – 2017-2020,
- Oddanie do pełnego użytkowania – marzec 2021,
- Innowacyjna konstrukcja i systemy HVAC oraz źródła ciepła i chłodu (PC),
- Duży udział energii pierwotnej odnawialnej (90% - 100%),
- Niskie zużycie energii pierwotnej nieodnawialnej (EP) dla potrzeb ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, podgrzewania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia wbudowanego:
  - Wg projektu: 21,7 kWh/(m<sup>2</sup>a),
  - Wg pomiarów 2020: 0 kWh/(m<sup>2</sup>a),
  - Wg pomiarów 2021: 0,15 kWh/(m<sup>2</sup>a),
  - Wg WT'2021: 95,0 kWh/(m<sup>2</sup>a),
- Koszty roczne zużytej energii dla potrzeb ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, podgrzewania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia wbudowanego (wg cen 10.2021):
  - Wg projektu – **4,90** zł/(m<sup>2</sup>a) lub **74 176,00** zł/a,
  - Wg pomiarów (2020) – **0** zł/(m<sup>2</sup>a) lub **0** zł/a,
  - Wg pomiarów (2021) – **0,03** zł/(m<sup>2</sup>a) lub **454,14** zł/a,
  - Wg WT'2021 – **23,38** zł/(m<sup>2</sup>a) lub **354 230,00** zł/a.

















