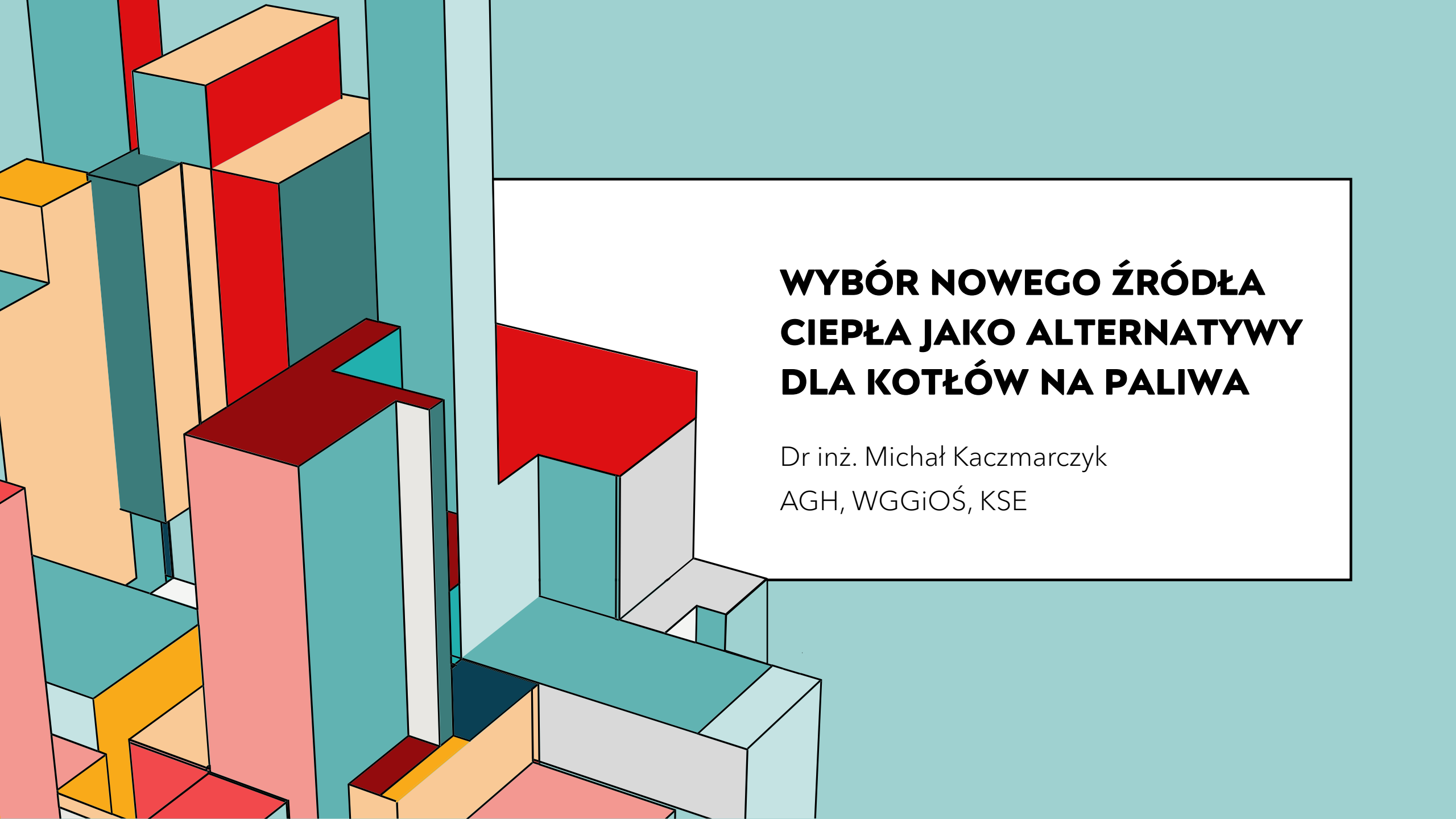




WYBÓR NOWEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA JAKO ALTERNATYWY DLA KOTŁÓW NA PALIWA

Dr inż. Michał Kaczmarczyk
AGH, WGGiOŚ, KSE

TEMATYKA

NAJLEPSZE ROZWIĄZANIE

Jak wybrać najlepsze źródło ciepła biorąc pod uwagę cenę, efektywność energetyczną i ekologię?

BUDYNEK

Które źródło ciepła będzie najlepsze dla danego budynku?

ZALETY I WADY

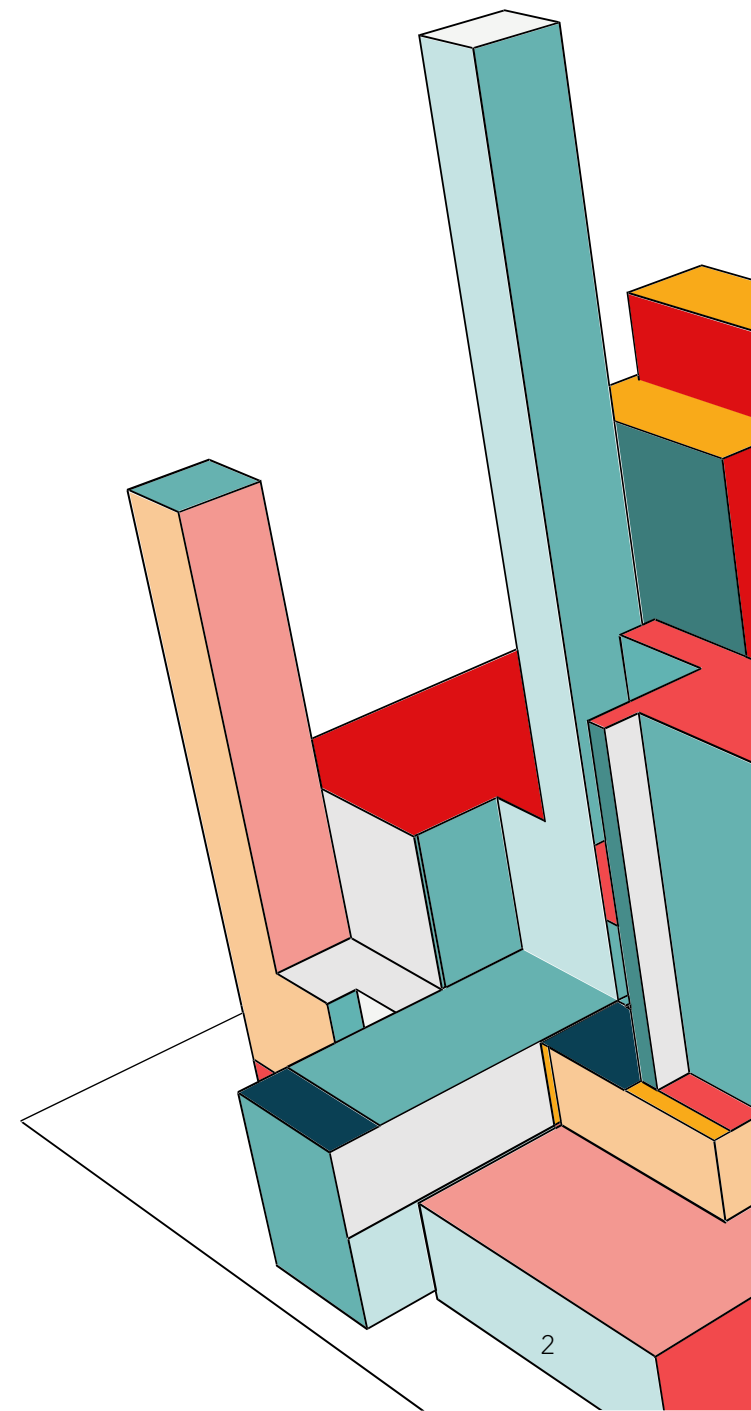
Jakie są wady i zalety różnych źródeł ciepła?

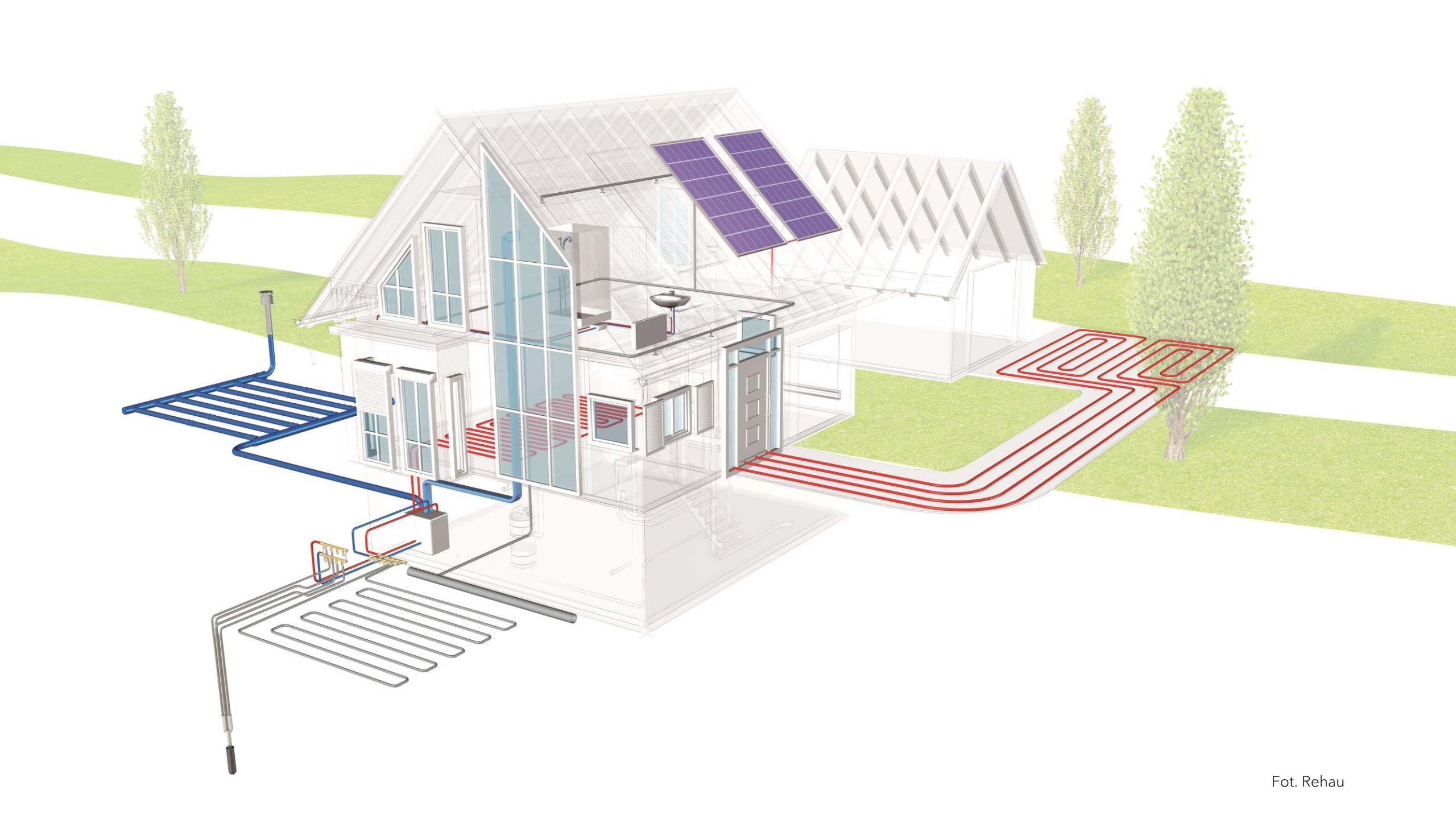
BŁĘDY

Jakie błędy są najczęściej popełniane przy wyborze źródeł ciepła?

UŻYTECZNOŚĆ

Jak dobrać odpowiednią moc urządzeń grzewczych.





DOSTĘPNE ROZWIĄZANIA



Kotły stałopalne



Kotły gazowe

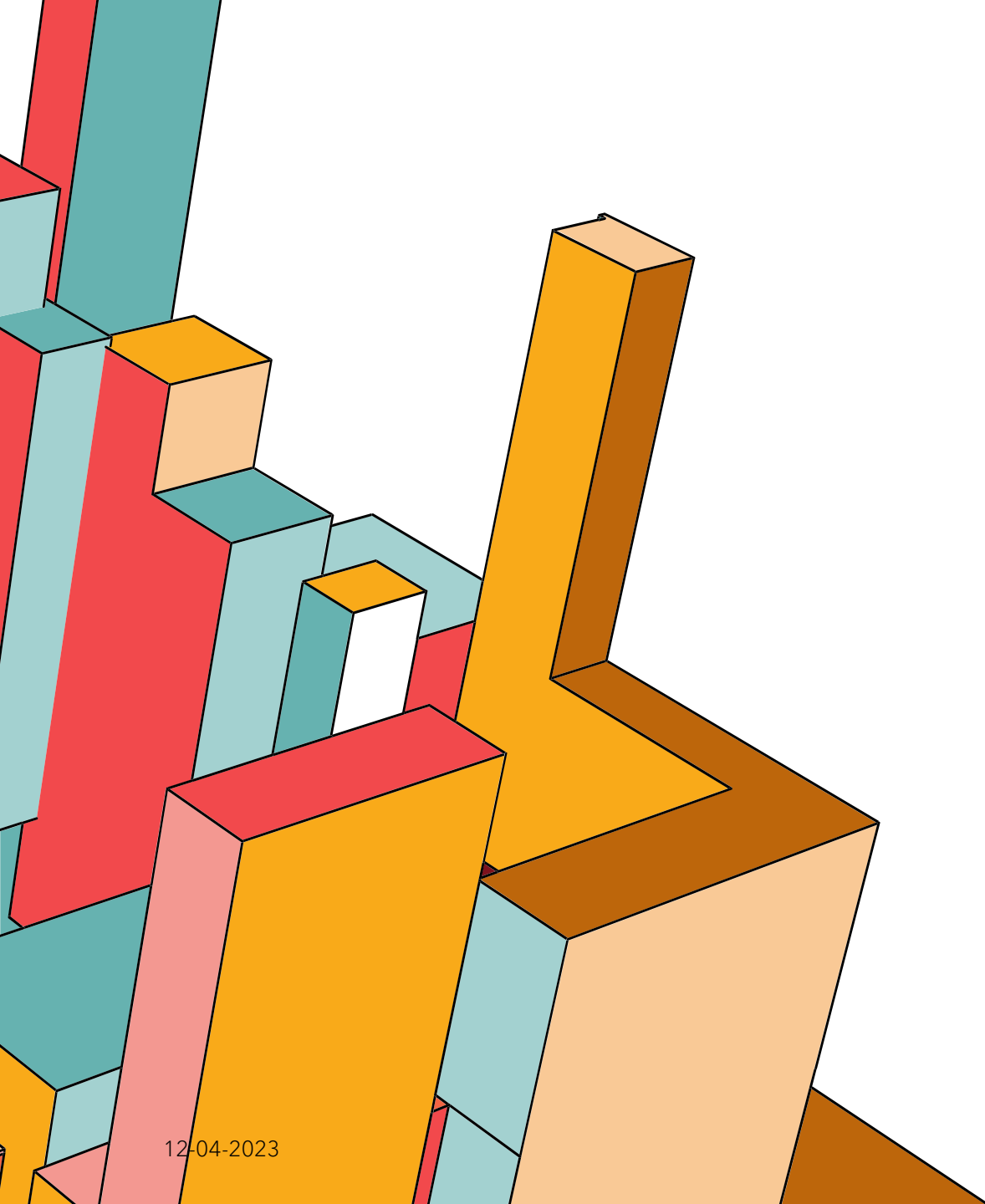


Kotły olejowe



Pompy ciepła

Fot. Viessmann



BUDYNEK

KONSTRUKCJA

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne, podłoga na gruncie, strop na piwnicą, strop pod nieogrzewanym poddaszem, dach, okna, drzwi zewnętrzne.

SPOSÓB UŻYTKOWANIA

Zachowania i przyzwyczajenia użytkowników.

TERMOMODERNIZACJA

Tak czy nie? Jeżeli tak, o jakim zakresie prac mowa.

ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO

Centralne ogrzewanie, ciepła woda użytkowa.



PUNKT WYJŚCIA

Ocena zapotrzebowania budynku na energię



EU
energia użytkowa



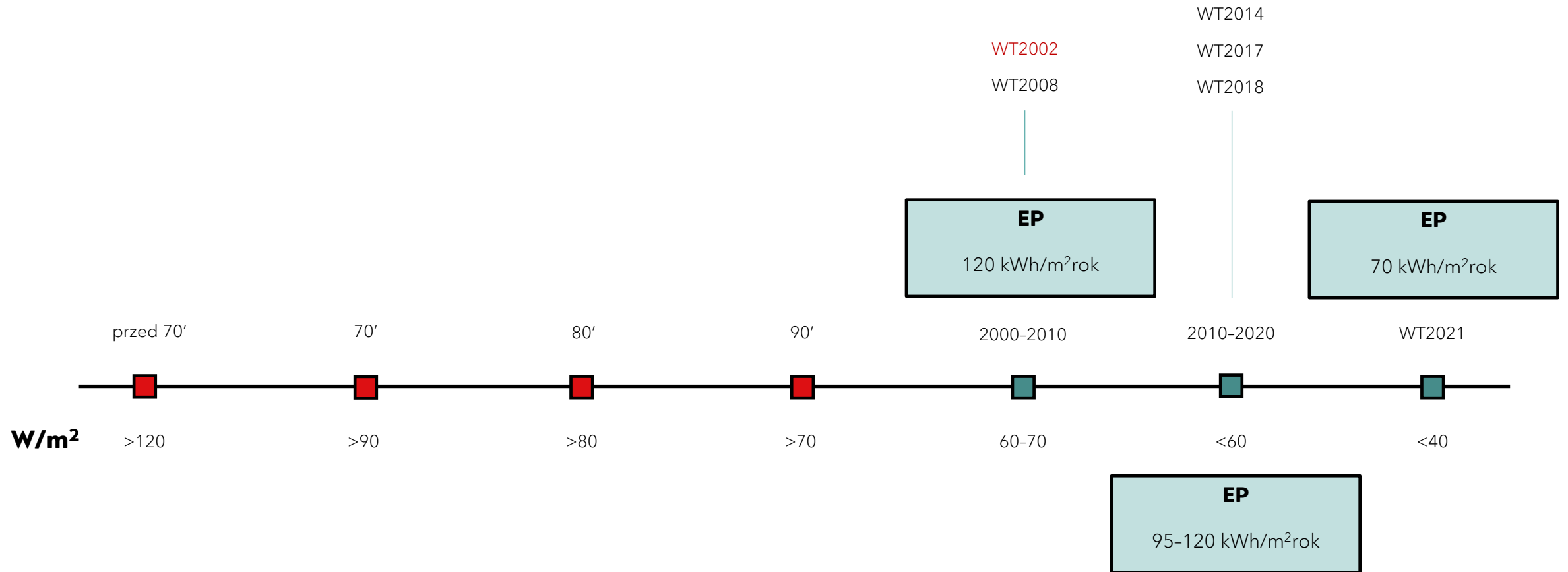
EK
energia końcowa

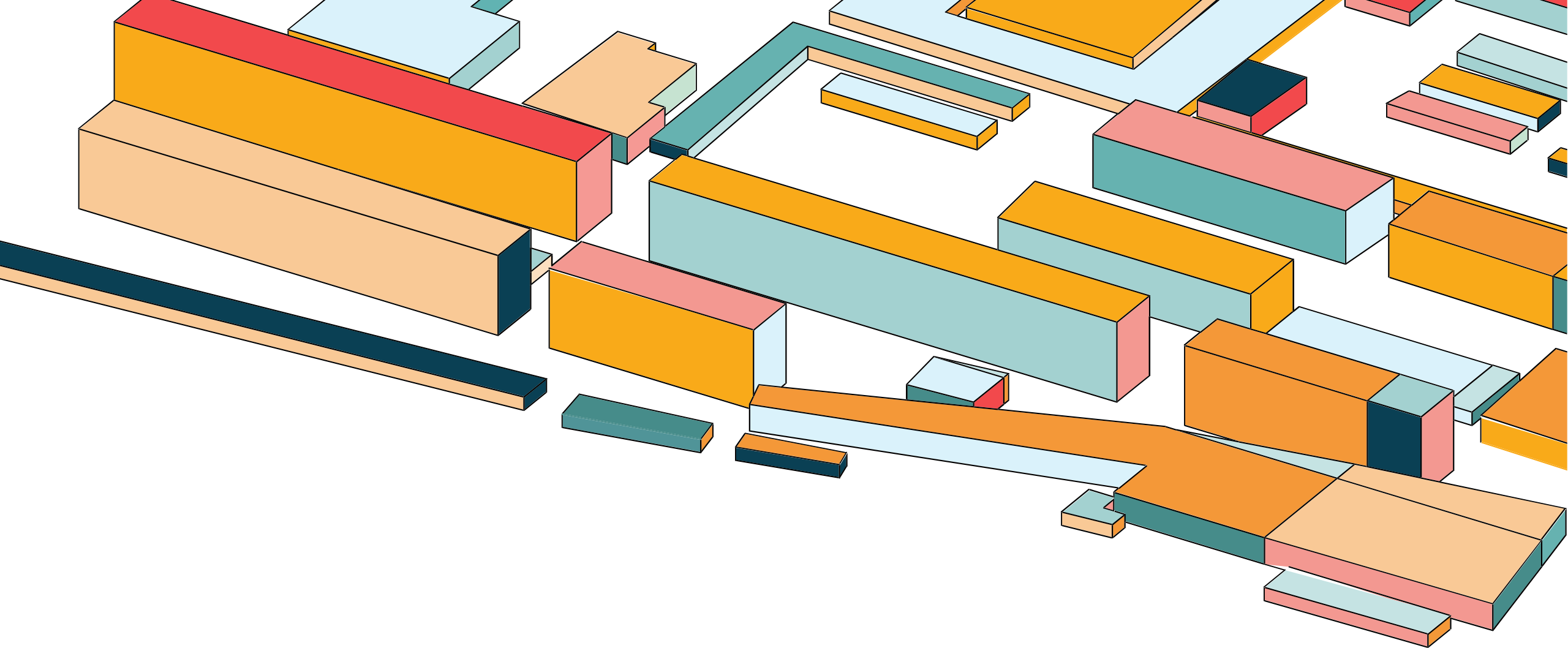


EP
energia pierwotna

[kWh/m²rok]

WARUNKI TECHNICZNE





WYMIANA ŹRÓDŁA CIEPŁA

KOCIOŁ WĘGLOWY > KOCIOŁ NA BIOMASĘ

POZAKLASOWY ECODESIGN

+

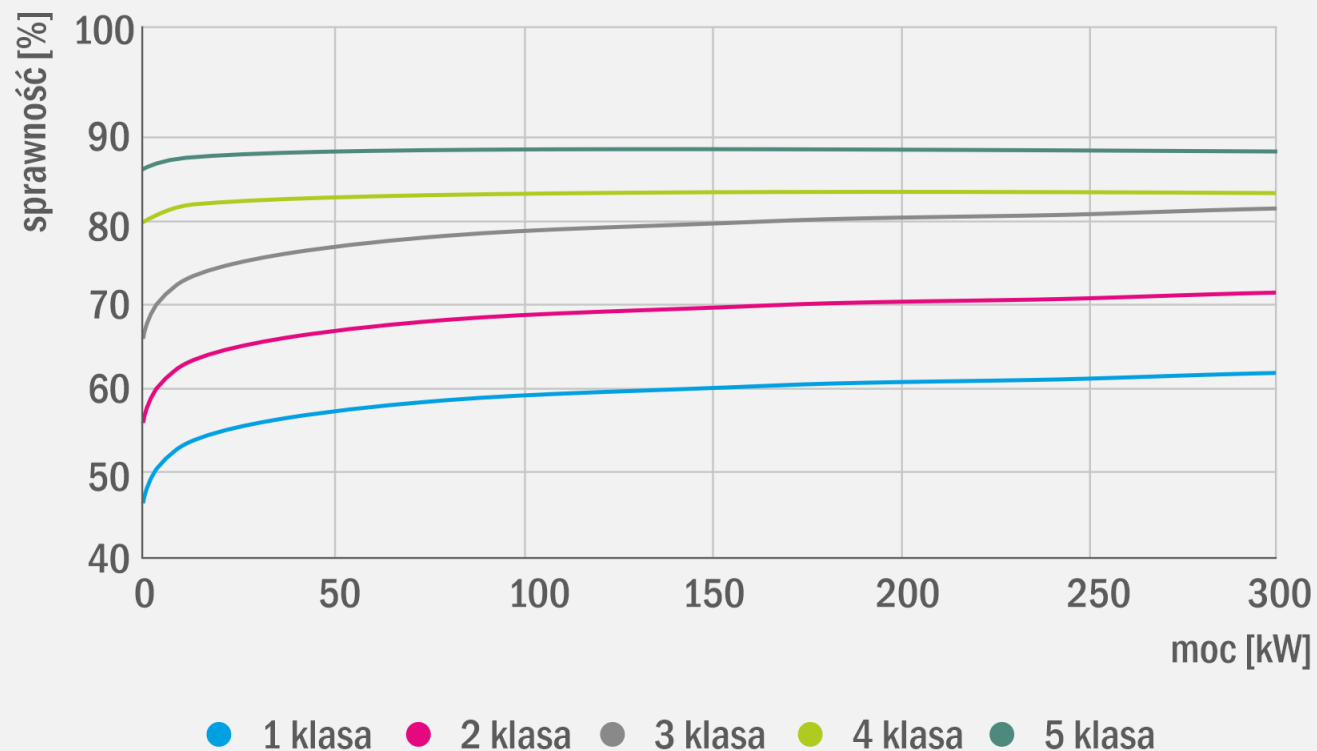
- Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii
- Spełnione wymagania dla kotłowni
- Zdecydowanie wyższa sprawność > mniej zużytego paliwa > niższe koszty eksploatacyjne
- Mniejsza emisja substancji zanieczyszczających do atmosfery
- Wygoda użytkowania (kocioł z automatycznym podajnikiem)

-

- Dalsza (choć mniejsza) emisja substancji zanieczyszczających do atmosfery
- W przypadku kotłów kondensacyjnych konieczność zastosowania wkładu kominowego ze stali kwasoodpornej oraz odprowadzenie skroplin

SPRAWNOŚĆ WG KLAS

Porównanie minimalnych sprawności dla PN-EN 303-5



EMISJA WG KLAS

Porównanie emisji wg klas dla PN-EN 303-5

		Graniczne wartości emisji mg/m³ przy 10% O ₂						Graniczne wartości emisji mg/m³ przy 10% O ₂						Graniczne wartości emisji mg/m³ przy 10% O ₂				
Rodzaj paliwa	Nominalna moc cieplna [kW]	CO						OGC						PYŁ				
		Klasa						Klasa						Klasa				
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
		Załadunek ręczny						Załadunek ręczny						Załadunek ręczny				
Biopaliwo	≤50	25000	8000	5000	1200	700		2000	300	150	50	30		200	180	150	75	60
	>50 do 150	12500	5000	2500	1200	700		1500	200	100	50	30		200	180	150	75	60
	>150 do 300 (500)	12500	2000	1200	1200	700		1500	200	100	50	30		200	180	150	75	60
Paliwo kopalne	≤50	25000	8000	5000	1200	700		2000	300	150	30	20		180	150	125	60	40
	>50 do 150	12500	5000	2500	1200	700		1500	200	100	30	20		180	150	125	60	40
	>150 do 300 (500)	12500	2000	1200	1200	700		1500	200	100	30	20		180	150	125	60	40
Biopaliwo		Załadunek automatyczny						Załadunek automatyczny						Załadunek automatyczny				
	≤50	15000	5000	3000	1000	500		1750	200	100	30	20		200	180	150	60	40
	>50 do 150	12500	4500	2500	1000	500		1250	150	80	30	20		200	180	150	60	40
	>150 do 300 (500)	12500	2000	1200	1000	500		1250	150	80	30	20		200	180	150	60	40
Paliwo kopalne	≤50	15000	5000	3000	1000	500		1750	200	100	30	20		180	150	125	60	40
	>50 do 150	12500	4500	2500	1000	500		1250	150	80	30	20		180	150	125	60	40
	>150 do 300 (500)	12500	2000	1200	1000	500		1250	150	80	30	20		180	150	125	60	40

KOCIOŁ WĘGLOWY > KOCIOŁ GAZOWY

POZAKLASOWY KONDENSACYJNY

+

- Zdecydowanie wyższa sprawność
- Wykorzystanie bardziej ekologicznego paliwa
- Bezobsługowa praca
- Modulacja mocy
- Niższa temperatura spalin

-

- Brak aspektu wykorzystania odnawialnych źródeł energii
- Konieczność wykonania przyłącza gazu
- Konieczność zastosowania wkładu kominowego ze stali kwasoodpornej oraz odprowadzenie skroplin
- W przypadku systemów centralnego ogrzewania z wysoką temperaturą zasilania, brak osiągnięcia efektu kondensacji

KOCIOŁ WĘGLOWY > KOCIOŁ OLEJOWY

POZAKLASOWY KONDENSACYJNY

+

- Wyższa sprawność
- Bezobsługowa praca
- Modulacja mocy
- Niższa temperatura spalin

-

- Brak aspektu wykorzystania odnawialnych źródeł energii
- Konieczność wykonania zbiornika na olej
- Konieczność zastosowania wkładu kominowego ze stali kwasoodpornej oraz odprowadzenie skroplin
- W przypadku systemów centralnego ogrzewania z wysoką temperaturą zasilania, brak osiągnięcia efektu kondensacji

KOCIOŁ WĘGLOWY > POMPA CIEPŁA

POZAKLASOWY

SOLANKA/WODA

+

- Brak emisji w miejscu pracy
- Wyższa sprawność, dużo wyższa efektywność energetyczna (COP, SCOP, SPF)
- Modulacja mocy
- Bezobsługowa praca
- Możliwość chłodzenia
- Niskie koszty eksploatacyjne
- Wzrost wartości nieruchomości

-

- Konieczność wykonania dolnego źródła
- W niektórych przypadkach konieczność przystosowania przyłącza energetycznego (umowa i przyłącz)
- Konieczność dostosowania systemu centralnego ogrzewania do pracy na niskiej temperaturze zasilania
- Wysokie koszty inwestycyjne

KOCIOŁ WĘGLOWY > POMPA CIEPŁA

POZAKLASOWY

POWIETRZE/WODA

+

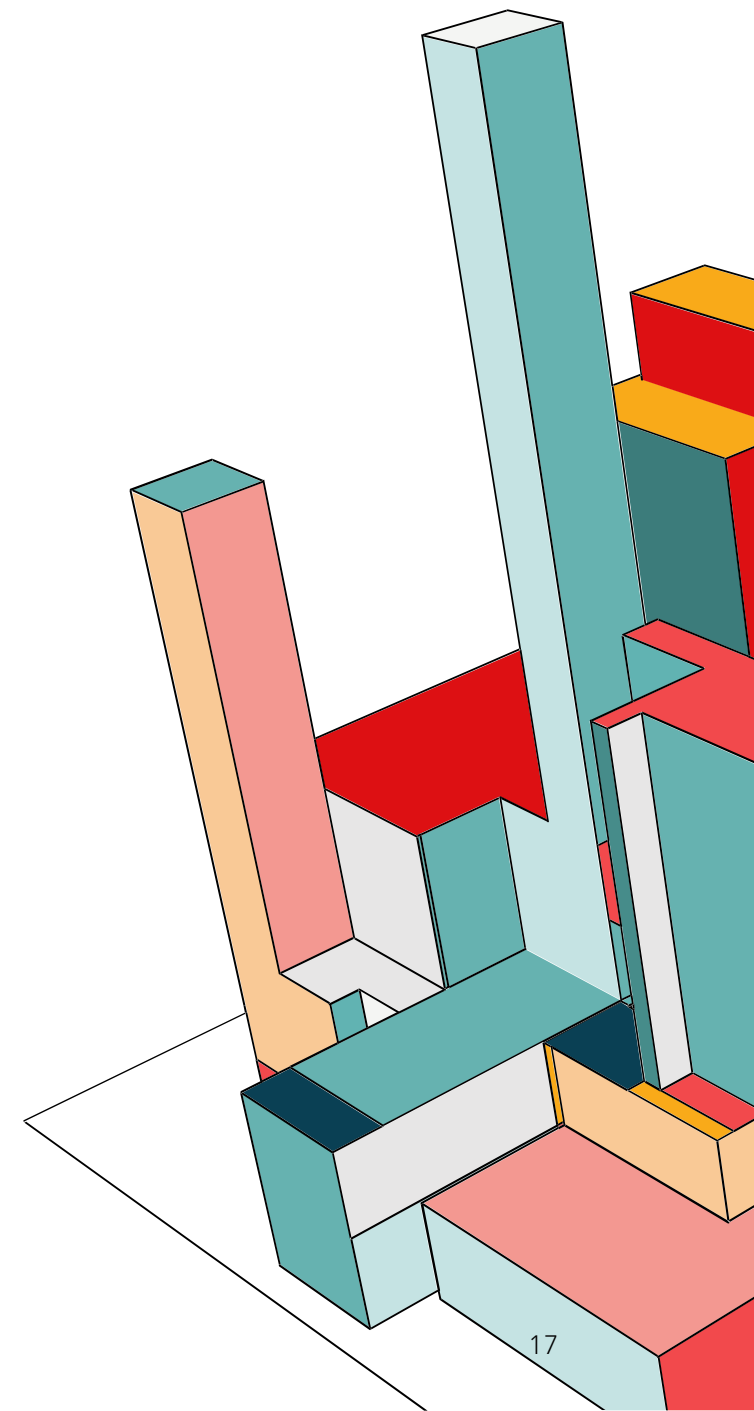
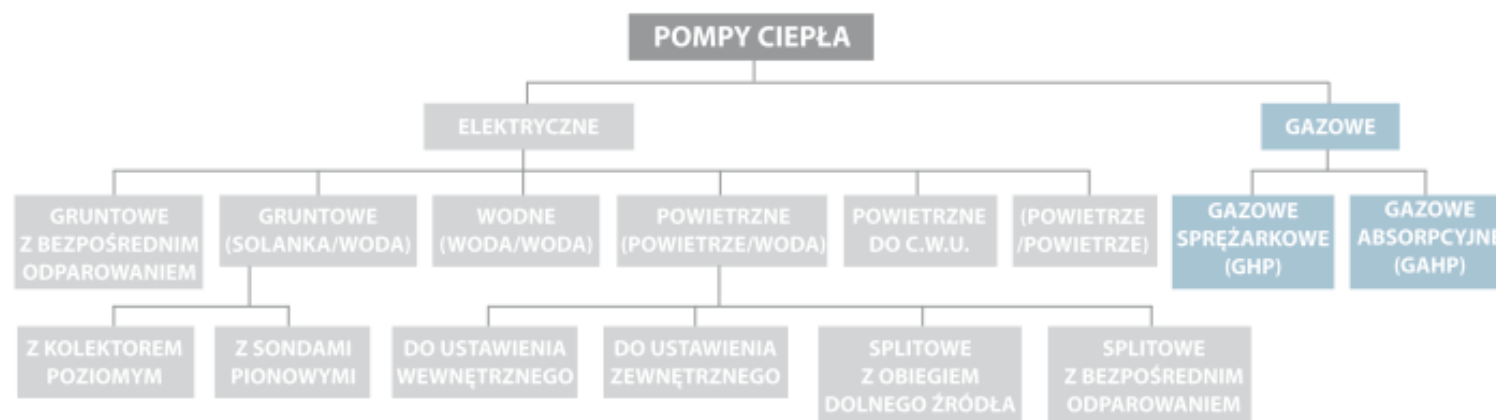
- Brak emisji w miejscu pracy
- Wyższa sprawność, dużo wyższa efektywność energetyczna (COP, SCOP, SPF)
- Modulacja mocy
- Bezobsługowa praca
- Możliwość chłodzenia
- Niskie koszty eksploatacyjne
- Wzrost wartości nieruchomości

-

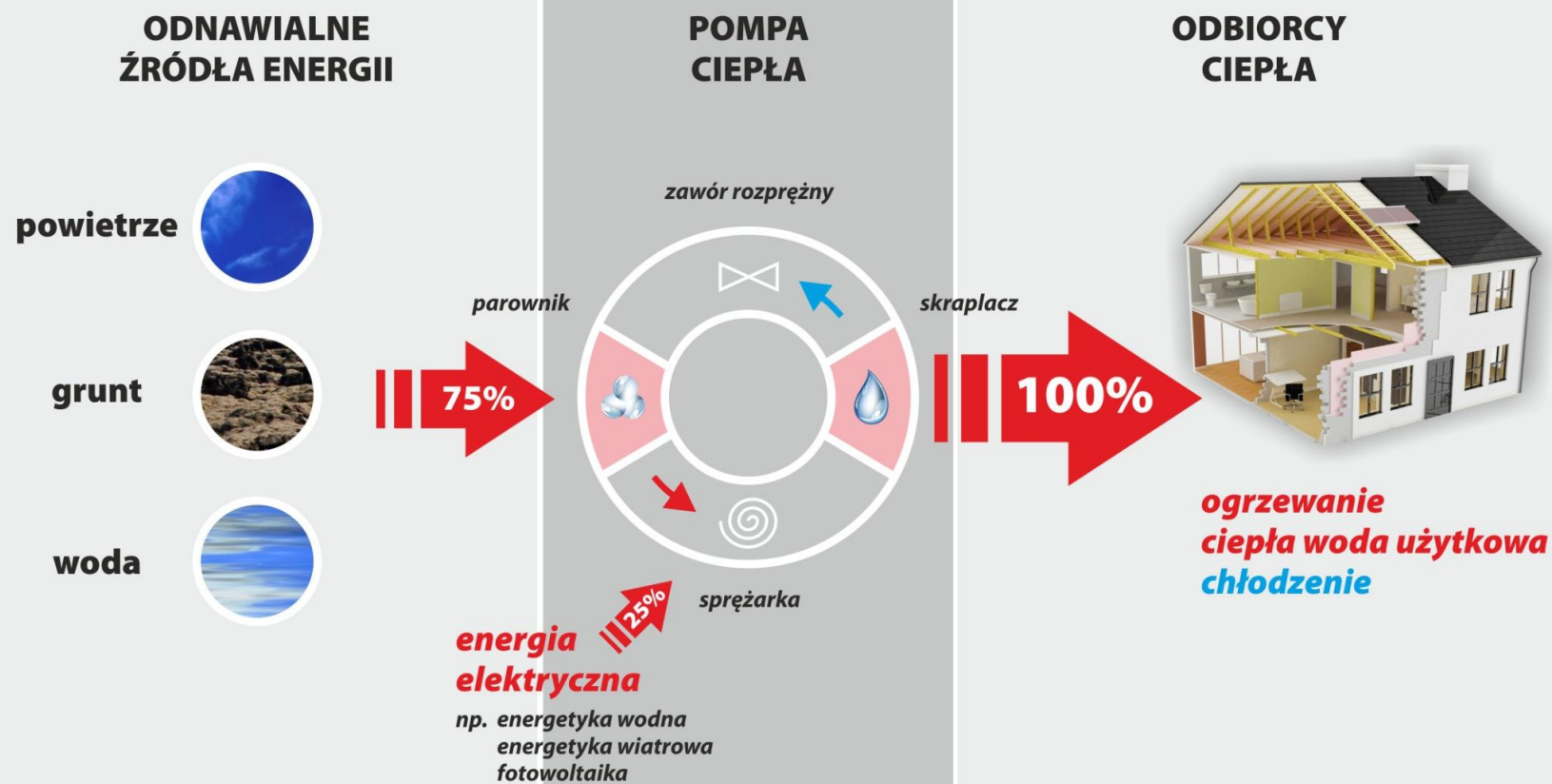
- W niektórych przypadkach konieczność przystosowania przyłącza energetycznego (umowa i przyłącz)
- Konieczność dostosowania systemu centralnego ogrzewania do pracy na niskiej temperaturze zasilania
- Wysokie koszty inwestycyjne

POMPY CIEPŁA

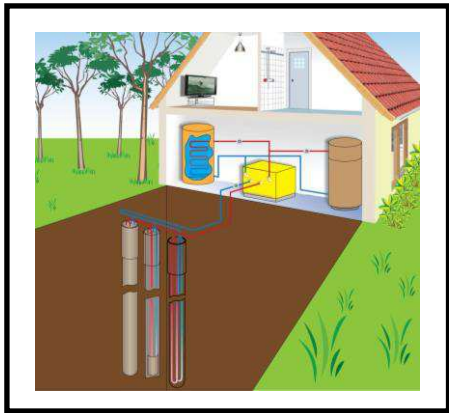
Urządzenie wykorzystujące niskotemperaturową energię geotermalną zakumulowaną w gruncie i wodach podziemnych, a następnie przekazujące energię ciepłą o wyższej temperaturze do instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.



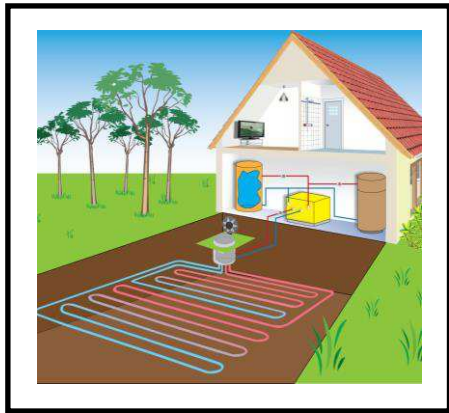
EFEKTYWNOŚĆ POMP CIEPŁA



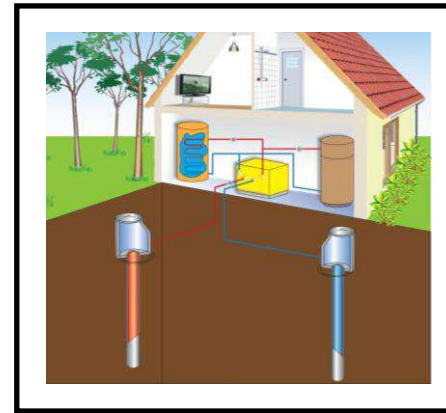
DOLNE ŹRÓDŁA DLA POMP CIEPŁA



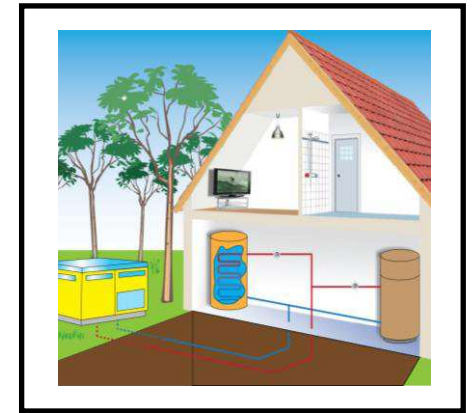
Wymienniki pionowe



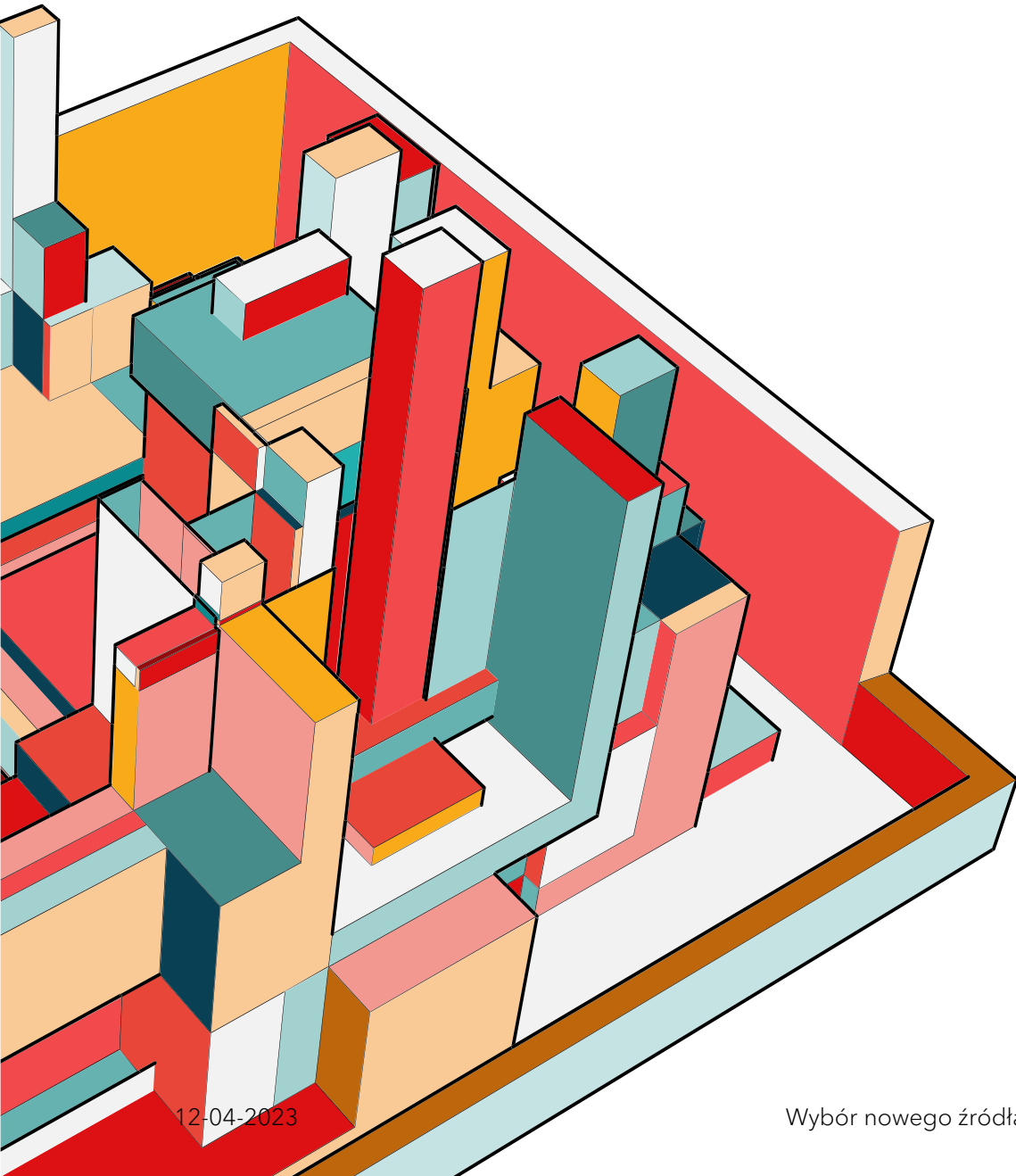
Wymienniki poziome



Woda



Powietrze



F-GAZY

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych, zmieniające dyrektywę (UE) 2019/1937 i uchylające rozporządzenie (UE) nr 517/2014 COM(2022) 150 i wersję zaproponowaną przez Komisję Ochrony Środowiska Naturalnego, Zdrowia Publicznego i Bezpieczeństwa Żywności (ENVI) Parlamentu Europejskiego.
- W pompach ciepła stosowane są głównie R32 oraz R410A (50% R32 + 50% R125). Potencjał GWP dla R32 wynosi 675, a R410A 2087,5. Zakaz serwisowania urządzeń od 2026 roku dotyczy F-gazów o GWP powyżej 2500 (w projekcie nowelizacji).
- *„Wszystkie pompy ciepła, które obecnie są w sprzedaży w Polsce i będą dostępne na naszym rynku w najbliższych latach, będzie można serwisować bez żadnych przeszkód w całym okresie ich eksploatacji.”* - PORT PC, 07.04.2023

TEMPERATURA ZASILANIA



Grzejniki żeliwne



Grzejniki stalowe



Ogrzewanie podłogowe

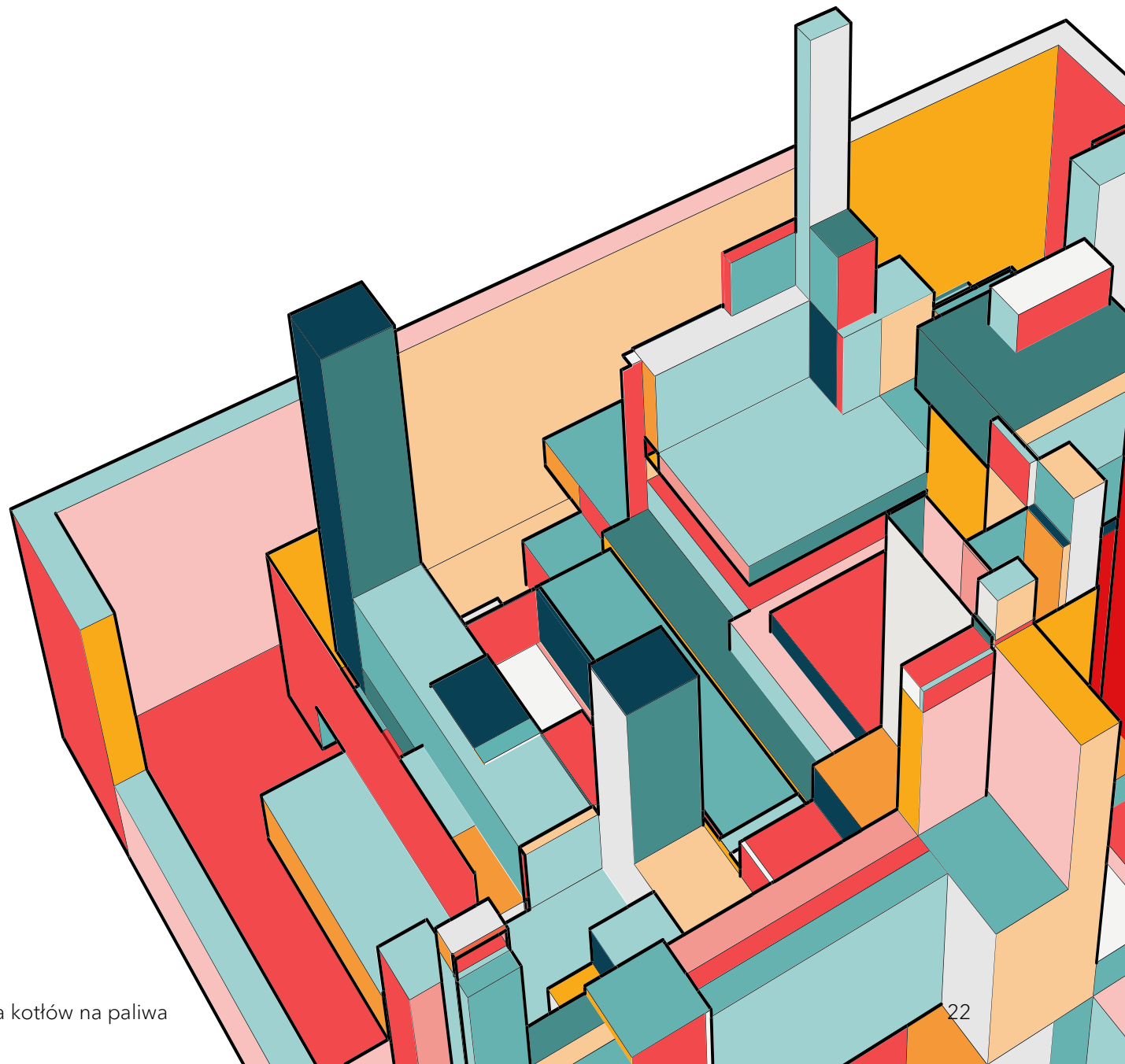


Maty kapilarne

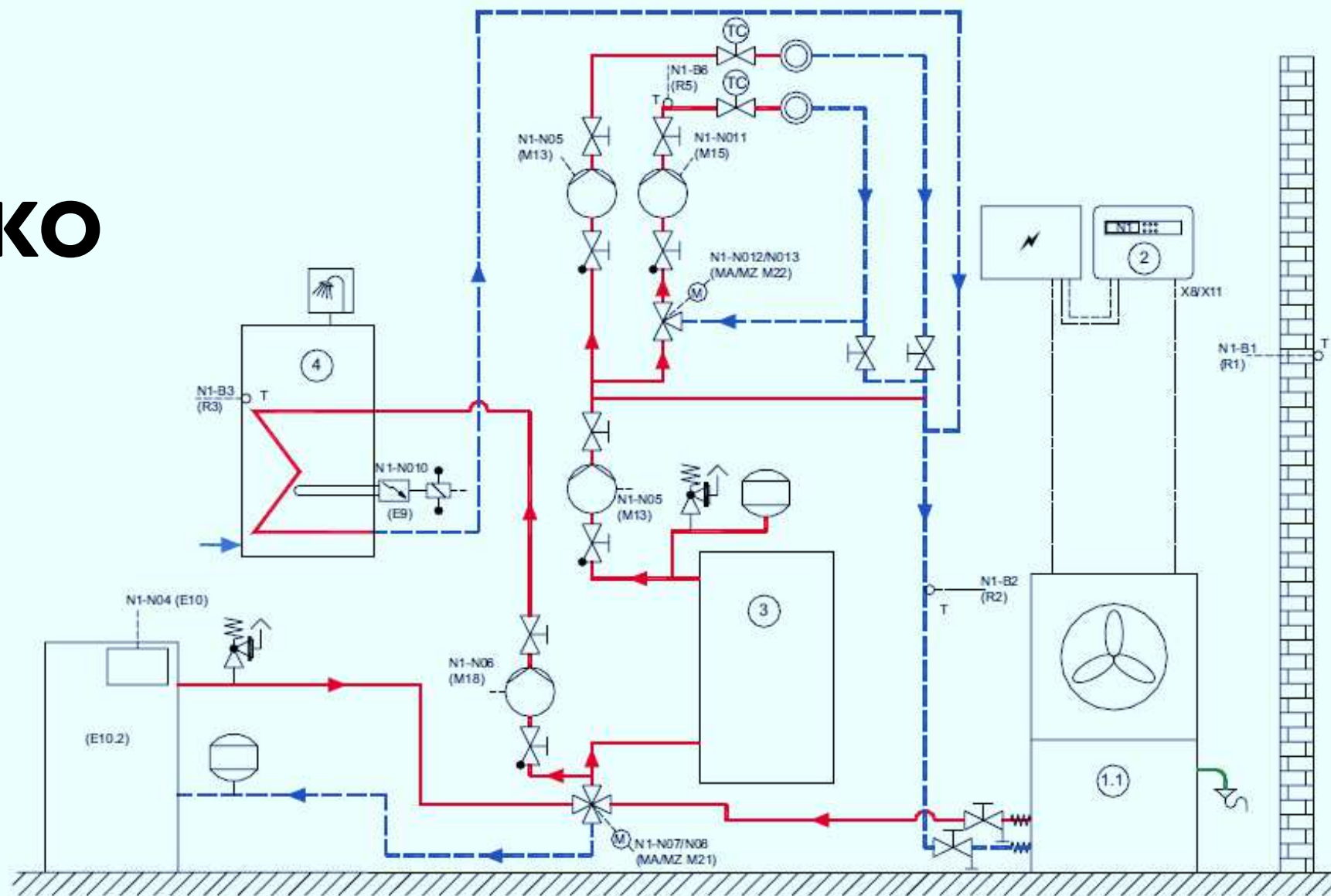
MOC, A ENERGIA

$$E = (P * t) / \eta_c \quad | \quad E = (B * Q_w) / \eta_c$$

- Projekt budynku
- Świadectwo charakterystyki energetycznej
- Audyt energetyczny | termomodernizacja
- Istniejące źródło ciepła | weryfikacja



ŹRÓDŁO TO NIE WSZYSTKO



SPRAWNOŚĆ

$$\eta_c = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e$$

SPRAWNOŚĆ WYTWARZANIA

Sprawność źródła ciepła

SPRAWNOŚĆ PRZESYŁU

Rodzaj i stan instalacji grzewczej

SPRAWNOŚĆ REGULACJI

Regulacja centralna i miejscowa

SPRAWNOŚĆ WYKORZYSTANIA

Rodzaj i wykorzystanie grzejników

SPRAWNOŚĆ WG ROZPORZĄDZENIA

Rodzaj źródła ciepła	Sprawność
Kotły węglowe wyprodukowane przed 1980 r.	0,60
Kotły węglowe wyprodukowane w latach 1980-2000	0,65
Kotły węglowe wyprodukowane po 2000 r.	0,82
Kotły na biomasę (słoma), wrzutowe, z obsługą ręczną, o mocy do 100 kW	0,63
Kotły na biomasę (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki), wrzutowe, z obsługą ręczną, o mocy do 100 kW	0,65
Kotły na biomasę (słoma) automatyczne o mocy do 100 kW	0,70
Kotły na biomasę (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki), automatyczne, o mocy do 100 kW	0,70

Rodzaj źródła ciepła	Sprawność
Kotły na paliwo gazowe lub ciekłe z otwartą komorą spalania	0,86
Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej do 50 kW	0,87
Kotły gazowe kondensacyjne (70/55°C) o mocy nominalnej do 50 kW	0,91
Kotły gazowe kondensacyjne niskotemperaturowe (55/45°C) o mocy nominalnej do 50 kW	0,94
Pompy ciepła typu glikol/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie	3,50-4,00
Pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie	2,60-3,00
Podgrzewacze elektryczne przepływowe	0,94

NAJCZĘŚCIEJ POPEŁNIANE BŁĘDY

WYMIANA SAMEGO KOTŁA

1

Niewłaściwy dobór mocy
grzewczej urządzenia

2

Nieprzemyślana aranżacja
kotłowni

3

Brak kontroli jakości instalacji
centralnego ogrzewania

NAJCZĘŚCIEJ POPEŁNIANE BŁĘDY

WYMIANA KOTŁA I MODERNIZACJA INSTALACJI

4

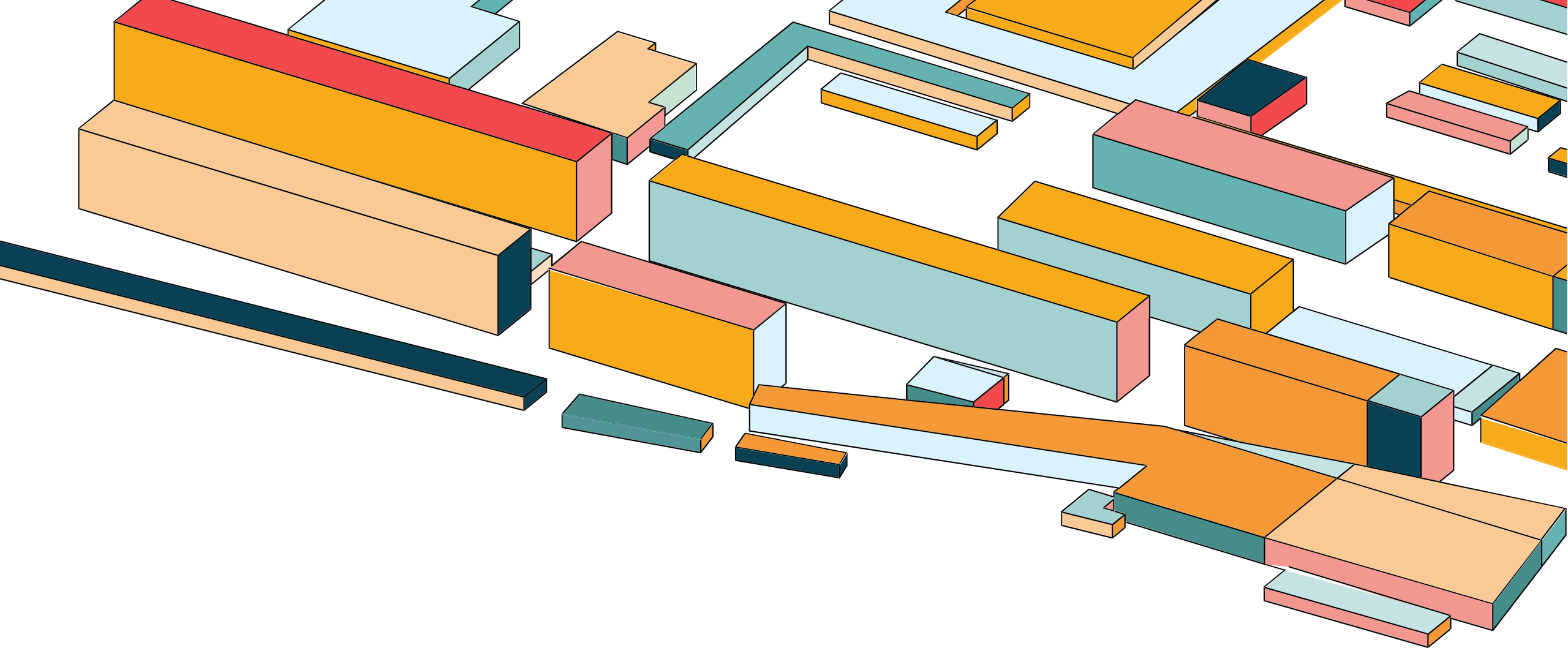
Brak projektu instalacji
centralnego ogrzewania
i ciepłej wody użytkowej

5

Zastosowanie urządzeń
oraz materiałów
niskiej jakości

6

Brak próby szczelności
oraz innego typu błędy
na etapie montażu



PRZYKŁAD

Plik Edycja Widok Dane Obliczenia Wyniki Parametry Okno Pomoc

Ogólne Materiały Przegrody Pomieszczenia

Symbol Opis

PARTER Kondygnacja PARTER

PART_W Grupa PART_W

3 Kuchnia el. z oknem >3

7 Łazienka bez okna

8 Kotłownia

PART_BW Grupa PART_BW

1 Pom. pomocnicze bez okna

2 Przedpokój

4 Salon

5 Pom. pomocnicze bez okna

6 Pokój

PIETRO Kondygnacja PIETRO

PIETR_W Grupa PIETR_W

1.5 Łazienka z oknem

PIETR_BW Grupa PIETR_BW

1.1 Klatka schodowa

1.2 Przedpokój

1.3 Pokój

1.6 Pokój

1.7 Pokój

1.4 Garderoba bez okna

PODDASZ Kondygnacja PODDASZ

PODDASZE Grupa PODDASZE

2.1 Pom. pomocnicze bez okna

Podstawowe dane Rzut Pop.kond. Nast.kond. PIETRO Import modelu 3D

Rzut Grafika Edycja

60 % 80 %

44 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3

1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7

5 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6

7 6 5 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6

0,00 3,47 -0,15 -1,15

$\theta_{int,H}$ $\theta_{int,C}$ Typ ogrzewania St. szcz.

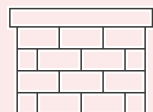
°C °C

20,0 Konwekcyjne Wysoki

3D model of a house with a blue wireframe box highlighting a specific room area.



Źródło ciepła	Powierzchnia budynku [m ²]	EU [kWh/m ² rok]			EK [kWh/m ² rok]			EP [kWh/m ² rok]			Projektowane obciążenie cieplne budynku Φ _{HL} [W]
		suma	c.o.	c.w.u.	suma	c.o.	c.w.u.	suma	c.o.	c.w.u.	
Kocioł węglowy (pozaklasowy)	124,86	35,2	11,1	24,1	84,1	24,8	59,3	92,5	27,3	65,2	3 938,40
Kocioł na biomasę (Ecodesign)	124,86	35,2	11,1	24,1	59,2	18,5	40,7	15,2	5,8	9,4	3 938,40
Kocioł gazowy kondensacyjny	124,86	35,2	11,1	24,1	59,0	16,0	43,0	65,0	17,6	47,4	3 938,40
Kocioł olejowy kondensacyjny	124,86	35,2	11,1	24,1	58,7	17,1	41,6	64,6	18,8	45,8	3 938,40
Pompa ciepła solanka/woda	124,86	35,2	11,1	24,1	18,3	5,1	13,2	48,9	12,0	36,9	3 938,40
Pompa ciepła solanka/woda + PV	124,86	35,2	11,1	24,1	18,3	5,1	13,2	12,6	4,0	8,6	3 938,40
Pompa ciepła powietrze/woda	124,86	35,2	11,1	24,1	18,9	5,3	13,6	57,8	15,4	42,4	3 938,40
Pompa ciepła powietrze/woda + PV	124,86	35,2	11,1	24,1	18,9	5,3	13,6	14,3	4,6	9,7	3 938,40



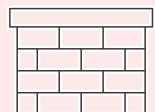
Źródło ciepła	Powierzchnia budynku [m ²]	EU [kWh/m ² rok]			EK [kWh/m ² rok]			EP [kWh/m ² rok]			Projektowane obciążenie cieplne budynku F _{HL} [W]
		suma	c.o.	c.w.u.	suma	c.o.	c.w.u.	suma	c.o.	c.w.u.	
Kocioł węglowy (pozaklasowy)	124,86	146,1	122,0	24,1	310,2	250,9	59,3	341,2	276,0	65,2	11 514,10
Kocioł na biomasę (Ecodesign)	124,86	146,1	122,0	24,1	223,1	182,4	40,7	51,4	42,0	9,4	11 514,10
Kocioł gazowy kondensacyjny	124,86	146,1	122,0	24,1	200,4	157,4	43,0	220,6	173,2	47,4	11 514,10
Kocioł olejowy kondensacyjny	124,86	146,1	122,0	24,1	211,4	169,8	41,6	232,5	186,7	45,8	11 514,10
Pompa ciepła solanka/woda	124,86	146,1	122,0	24,1	52,8	39,6	13,2	150,4	113,5	36,9	11 514,10
Pompa ciepła solanka/woda + PV	124,86	146,1	122,0	24,1	52,8	39,6	13,2	33,8	25,2	8,6	11 514,10
Pompa ciepła powietrze/woda	124,86	146,1	122,0	24,1	65,5	51,9	13,6	192,7	150,3	42,4	11 514,10
Pompa ciepła powietrze/woda + PV	124,86	146,1	122,0	24,1	65,5	51,9	13,6	42,3	32,6	9,7	11 514,10





Źródło ciepła

Źródło ciepła	EK [kWh/m ² rok]		Paliwo [Mg, m ³ , MWh]		Cena nośnika energii [PLN]		Koszt roczny [PLN]
	suma	suma	c.o.	c.w.u.	wartość	jednostka	
Kocioł węglowy (pozaklasowy)	84,1	1,75	0,50	1,25	2 000	zł/Mg	3 496
Kocioł na biomasę (Ecodesign)	59,2	1,56	0,46	1,11	1 800	zł/Mg	2 811
Kocioł gazowy kondensacyjny	59,0	774,51	209,76	564,74	2,79	zł/m ³	2 161
Kocioł olejowy kondensacyjny	58,7	0,40	0,21	0,19	6 300	zł/m ³	2 539
Pompa ciepła solanka/woda	18,3	1 892,6	418,4	1 474,2	0,8585	zł/kWh	1 625
Pompa ciepła solanka/woda + PV	18,3	378,5	83,7	294,8	0,8585	zł/kWh	325
Pompa ciepła powietrze/woda	18,9	1 966,0	446,4	1 519,7	0,8585	zł/kWh	1 688
Pompa ciepła powietrze/woda + PV	18,9	393,2	89,3	303,9	0,8585	zł/kWh	338



Źródło ciepła

Źródło ciepła	EK [kWh/m ² rok]		Paliwo [Mg, m ³ , MWh]		Cena nośnika energii [PLN]		Koszt roczny [PLN]
	suma	suma	c.o.	c.w.u.	wartość	jednostka	
Kocioł węglowy (pozaklasowy)	310,2	6,62	5,37	1,25	2 000	zł/Mg	13 235
Kocioł na biomasę (Ecodesign)	223,1	6,11	5,01	1,11	1 800	zł/Mg	11 003
Kocioł gazowy kondensacyjny	200,4	2 629,30	2 064,56	564,74	2,79	zł/m ³	7 336
Kocioł olejowy kondensacyjny	211,4	2,44	2,25	0,19	6 300	zł/m ³	15 356
Pompa ciepła solanka/woda	52,8	6 067,60	4 593,30	1 474,22	0,8585	zł/kWh	5 209
Pompa ciepła solanka/woda + PV	52,8	1 458,50	1 163,70	294,84	0,8585	zł/kWh	1 252
Pompa ciepła powietrze/woda	65,5	7 644,20	6 124,50	1 519,67	0,8585	zł/kWh	6 563
Pompa ciepła powietrze/woda + PV	65,5	1 528,80	1 224,90	303,93	0,8585	zł/kWh	1 313





Źródło ciepła

EK
[kWh/m²rok]

Emisja
[kg]

suma

PM10

PM2.5

B(a)P

SO_x

NO_x

CO

CO₂

Kocioł węglowy (pozaklasowy)

84,1

20,19

15,65

0,0113

15,12

3,78

170,11

3 643,04

Kocioł na biomasę (Ecodesign)

59,2

0,51

0,48

0,0003

0,29

2,66

6,92

2 690,29

Kocioł gazowy kondensacyjny

59,0

0,01

0,01

0,0000

0,01

1,33

0,80

1 528,89

Kocioł olejowy kondensacyjny

58,7

0,05

0,05

0,0000

2,11

1,85

0,79

1 912,41

Pompa ciepła solanka/woda

18,3

0,03

0,03

0,0000

1,15

1,15

0,54

1 617,74

Pompa ciepła solanka/woda + PV

18,3

0,01

0,01

0,0000

0,23

0,23

0,11

323,55

Pompa ciepła powietrze/woda

18,9

0,03

0,03

0,0000

1,19

1,19

0,56

1 670,78

Pompa ciepła powietrze/woda + PV

18,9

0,01

0,01

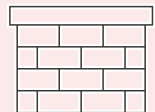
0,0000

0,24

0,24

0,11

334,16



Źródło ciepła

EK
[kWh/m²rok]

Emisja
[kg]

suma

PM10

PM2.5

B(a)P

SO_x

NO_x

CO

CO₂

Kocioł węglowy (pozaklasowy)

310,2

74,46

57,73

0,0418

55,77

13,94

627,45

13 437,22

Kocioł na biomasę (Ecodesign)

223,1

1,91

1,81

0,0010

1,10

10,03

26,07

10 138,57

Kocioł gazowy kondensacyjny

200,4

0,05

0,05

0,0000

0,04

4,50

2,70

5 193,05

Kocioł olejowy kondensacyjny

211,4

0,19

0,19

0,0000

7,60

6,65

2,85

6 887,30

Pompa ciepła solanka/woda

52,8

0,07

0,07

0,0000

3,33

3,33

1,56

4 667,57

Pompa ciepła solanka/woda + PV

52,8

0,01

0,01

0,0000

0,67

0,67

0,31

933,51

Pompa ciepła powietrze/woda

65,5

0,09

0,09

0,0000

4,13

4,13

1,94

5 790,26

Pompa ciepła powietrze/woda + PV

65,5

0,02

0,02

0,0000

0,83

0,83

0,39

1 158,05

PODSUMOWANIE



AUDYT

Audyt energetyczny to
podstawa do
prawidłowego doboru
mocy urządzenia
grzewczego



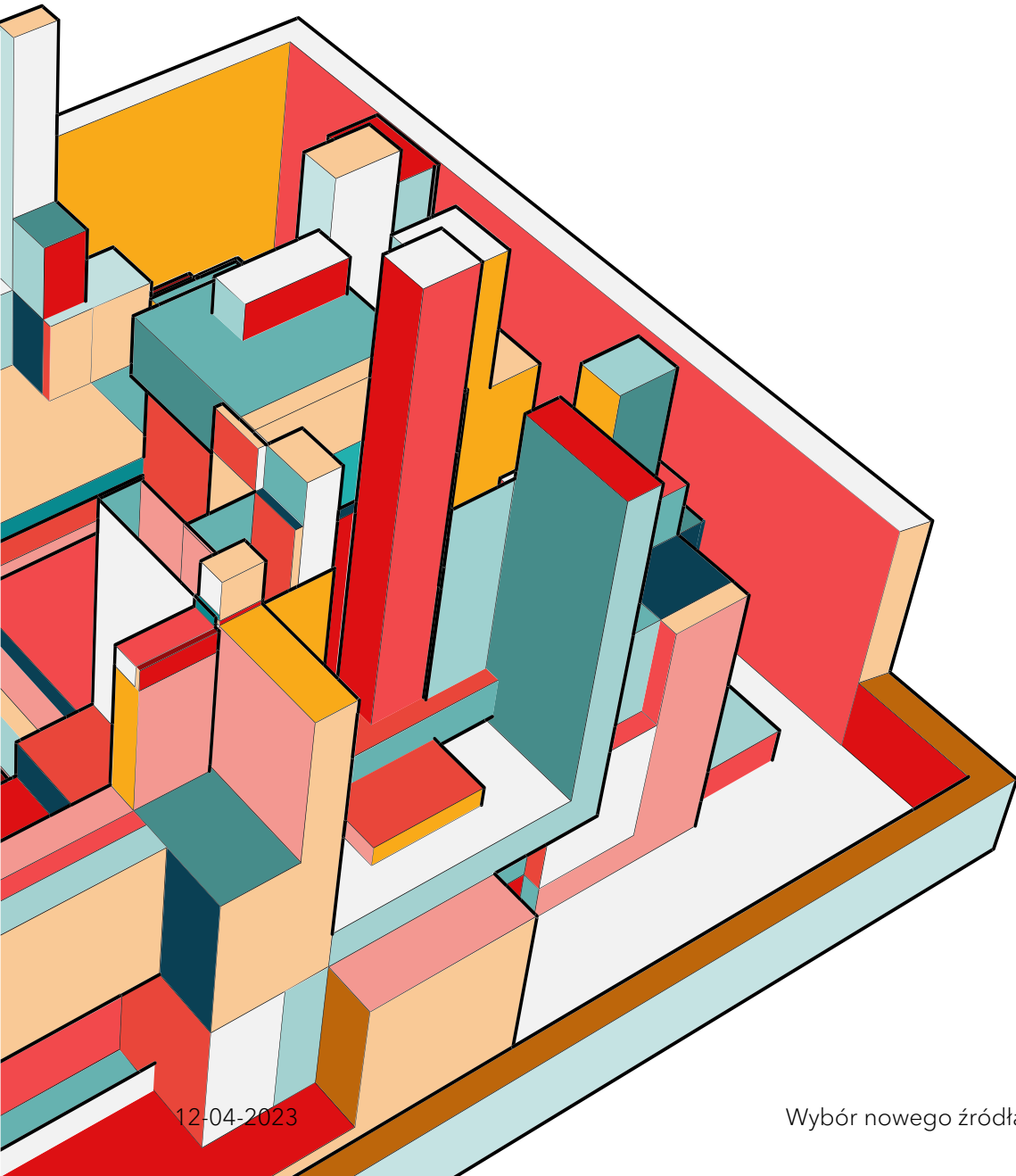
INWESTOR

Wizja lokalna i rozmowa
z inwestorem w celu
określenia potrzeb,
oczekiwań i możliwości
finansowych



POTENCJAŁ

Termomodernizacja,
efektywność
energetyczna,
odnawialne źródła
energii



Q&A

DZIĘKUJĘ

Dr inż. Michał Kaczmarczyk

Tel. 668 403 513

mkz@agh.edu.pl

home.agh.edu.pl/~mkz