

Wrocław, 19 luty 2020 r.

Zrównoważony Rozwój – ogrzewanie i chłodzenie pompami ciepła

Praktyczne zastosowanie

Łukasz Sajewicz

Praktyczne zastosowanie

Zrównoważony rozwój

Definicja

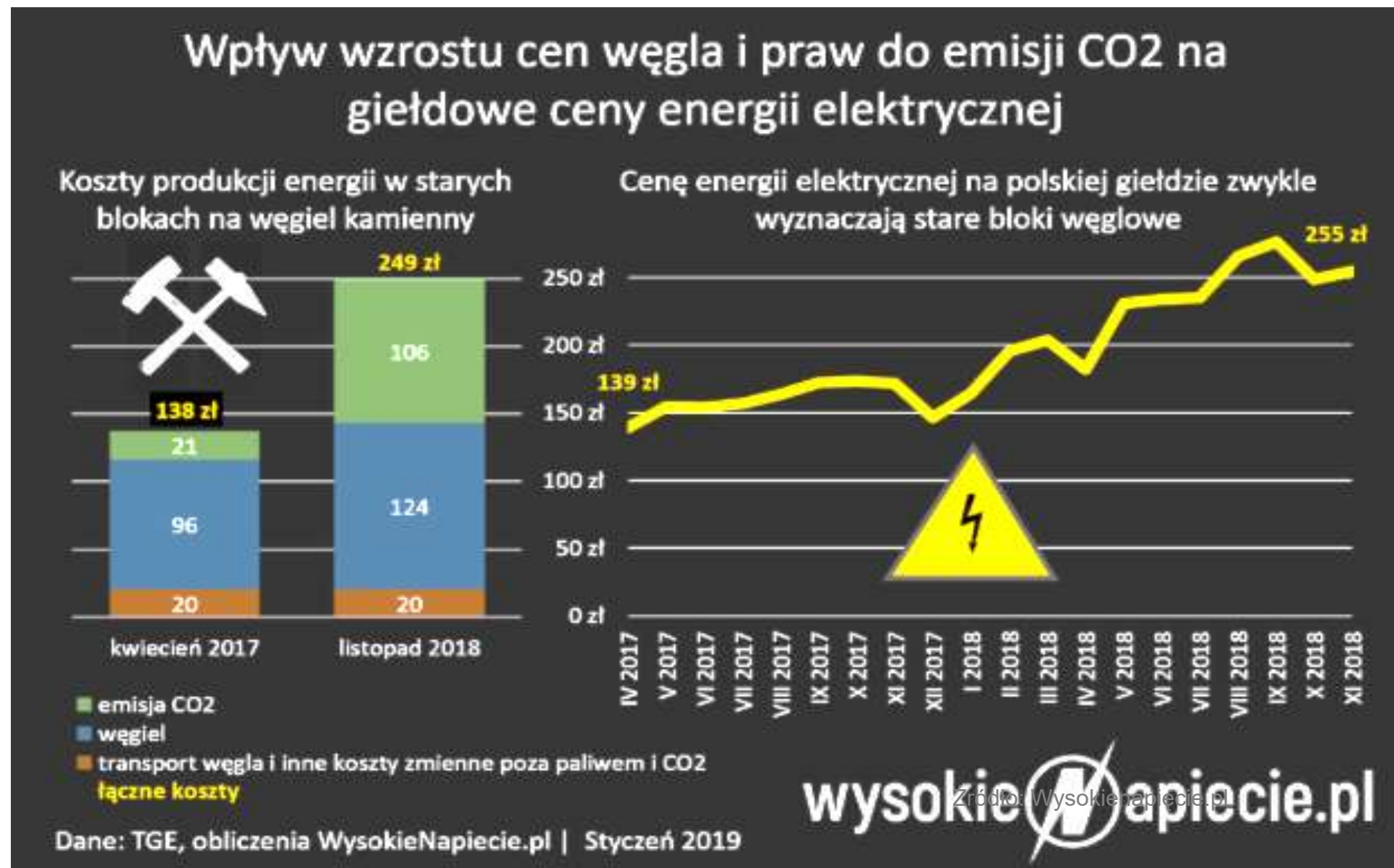


Zrównoważony rozwój = Nasza wspólna przyszłość

Rozwój zrównoważony, to jest taki rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie.

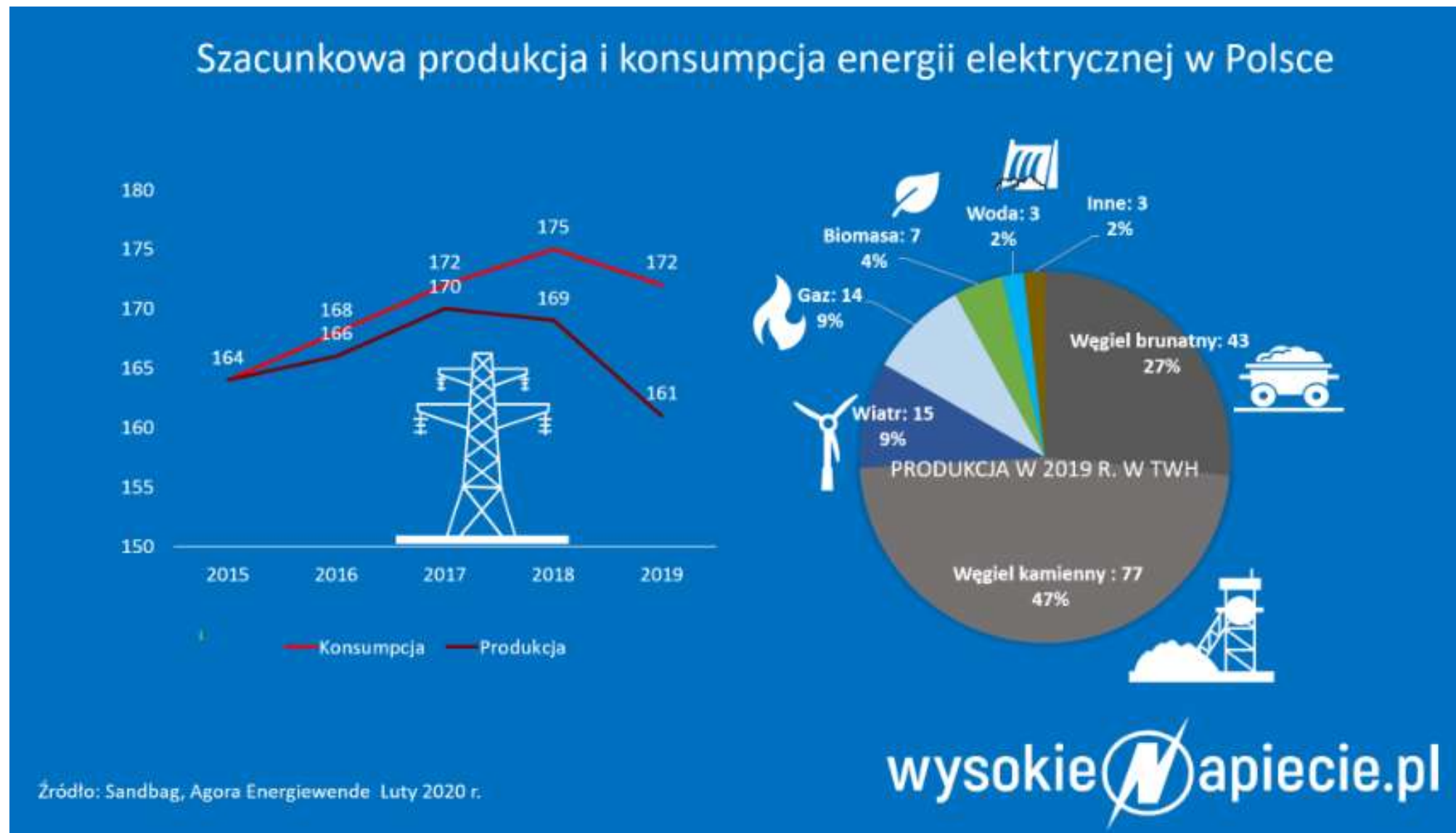
Aktualna sytuacja w Polsce

Produkcja a koszty energii elektrycznej w Polsce w latach 2017 - 2018



Aktualna sytuacja w Polsce

Produkcja i zużycie energii elektrycznej w Polsce w latach 2015 - 2019



Aktualna sytuacja w Polsce

Rekord w zużyciu energii elektrycznej przypada na okres letni

Padł rekord dziennego zużycia prądu w Polsce

Dzisiaj, 3 sierpnia (10:59)

Lubię to! 42

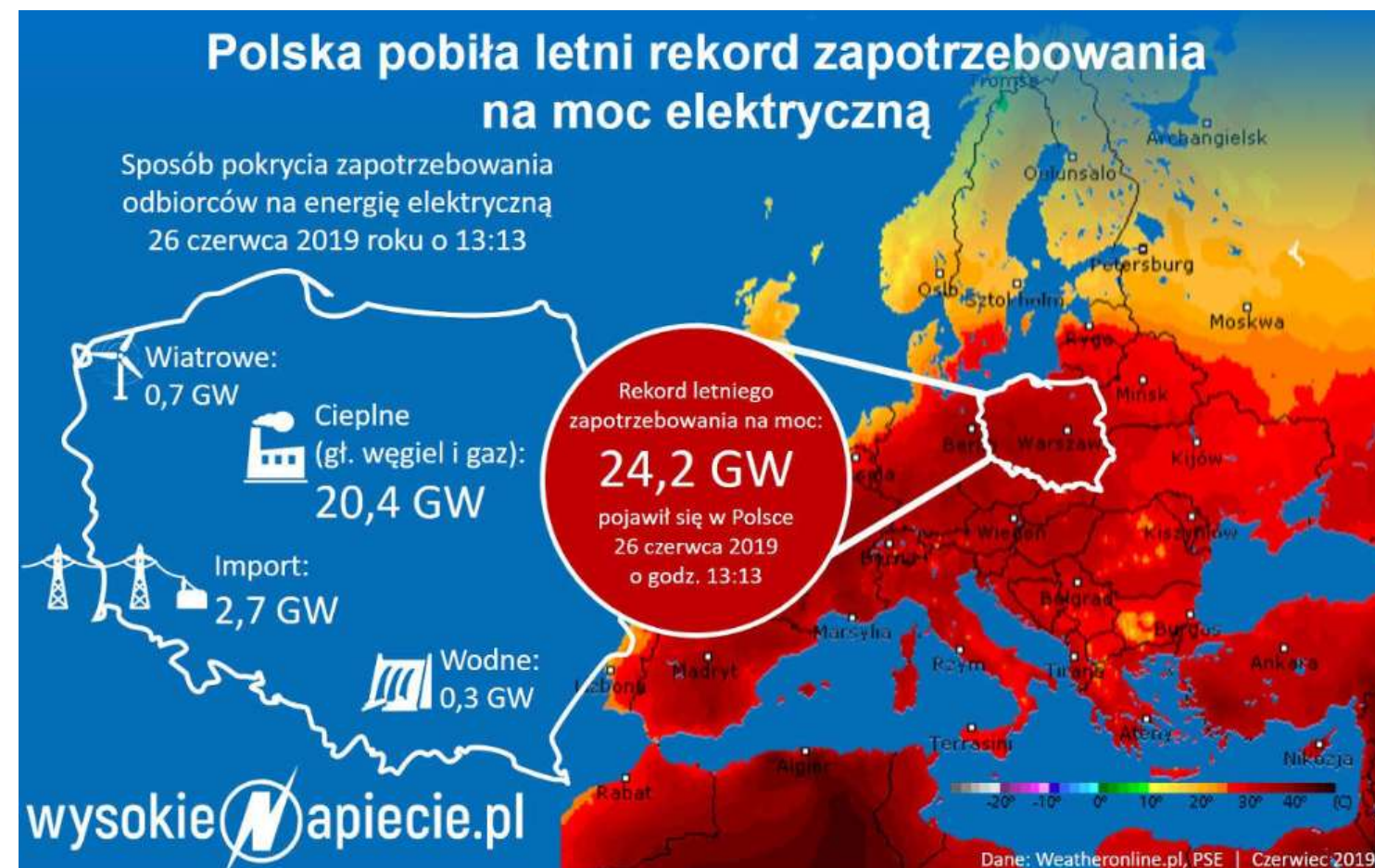
Padł kolejny rekord dziennego zużycia prądu. Wczoraj zapotrzebowanie na energię elektryczną w szczytowym momencie wyniosło 23 680 megawatów. Podobnie jak w ostatnich dniach, Polskie Sieci Elektroenergetyczne odnotowały rekord o godz. 13:15.



Źródło: RMF24.pl

Rekord z 2018 nie jest już aktualny

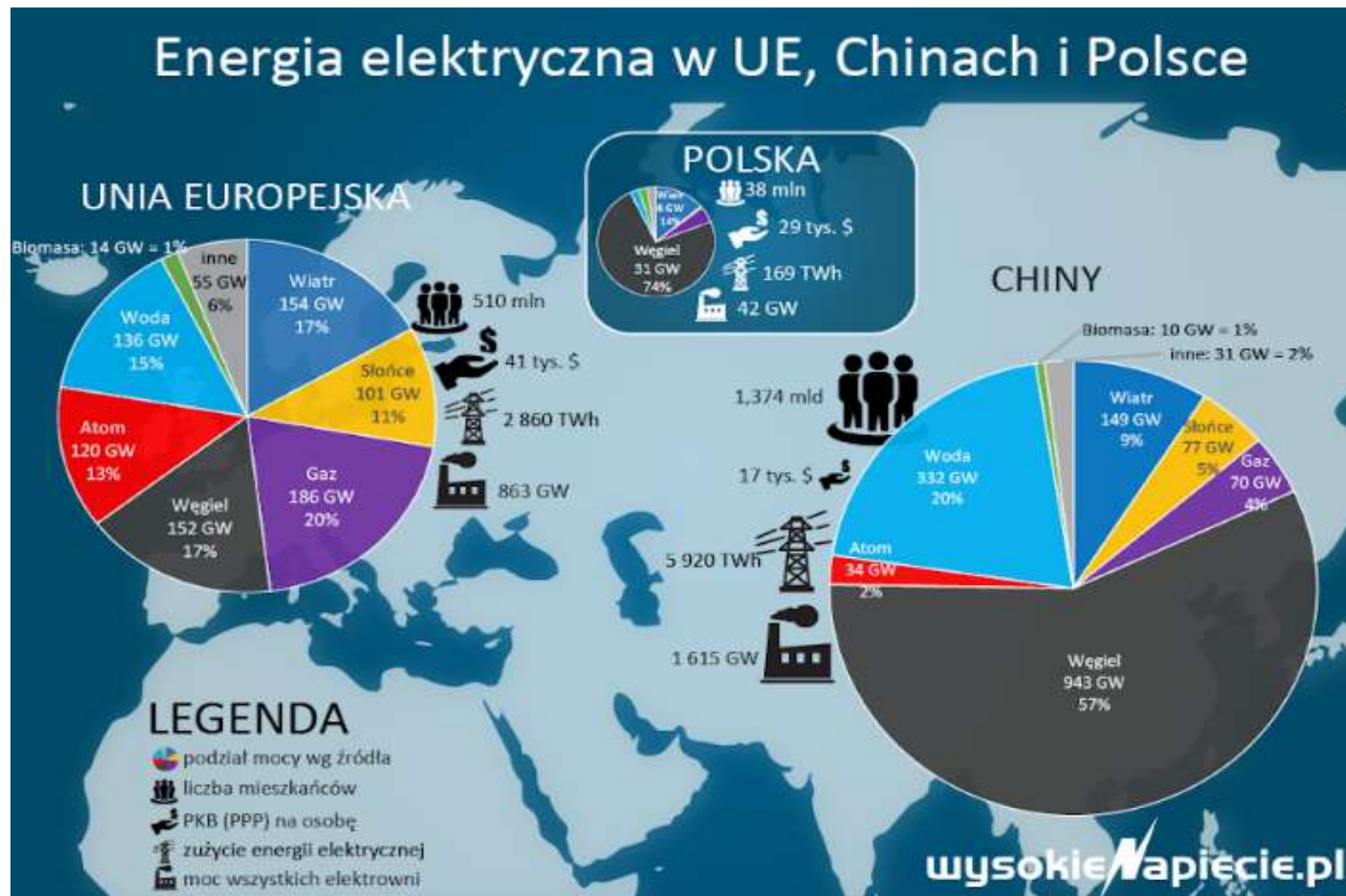
Nowy padł w 2019



Źródło: Wysokienapiecie.pl

Aktualna sytuacja w Polsce

Produkcja i zużycie energii elektrycznej w Polsce

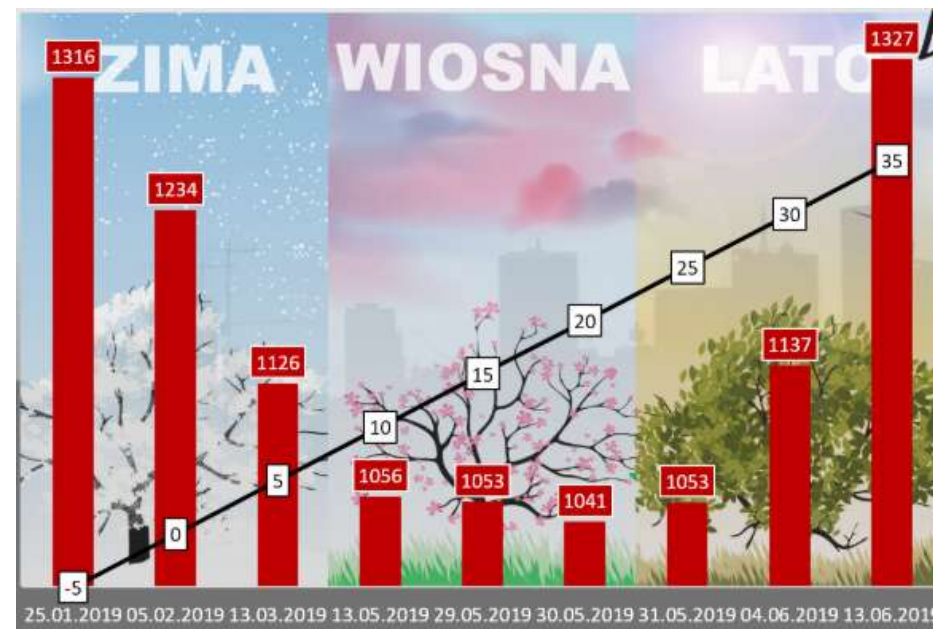


Praktyczne zastosowanie

Wzrost znaczenia chłodzenia budynków

Wymóg chłodzenia budynków powoduje znaczny wzrost zapotrzebowania na moc elektryczną

Liczba dni w roku z temperaturą powyżej 32°C



1327 MW !

Rekordowe zapotrzebowanie na moc latem w Warszawie.

Szczytowe zapotrzebowanie na moc latem przekroczyło tegoroczny szczyt zimowy.

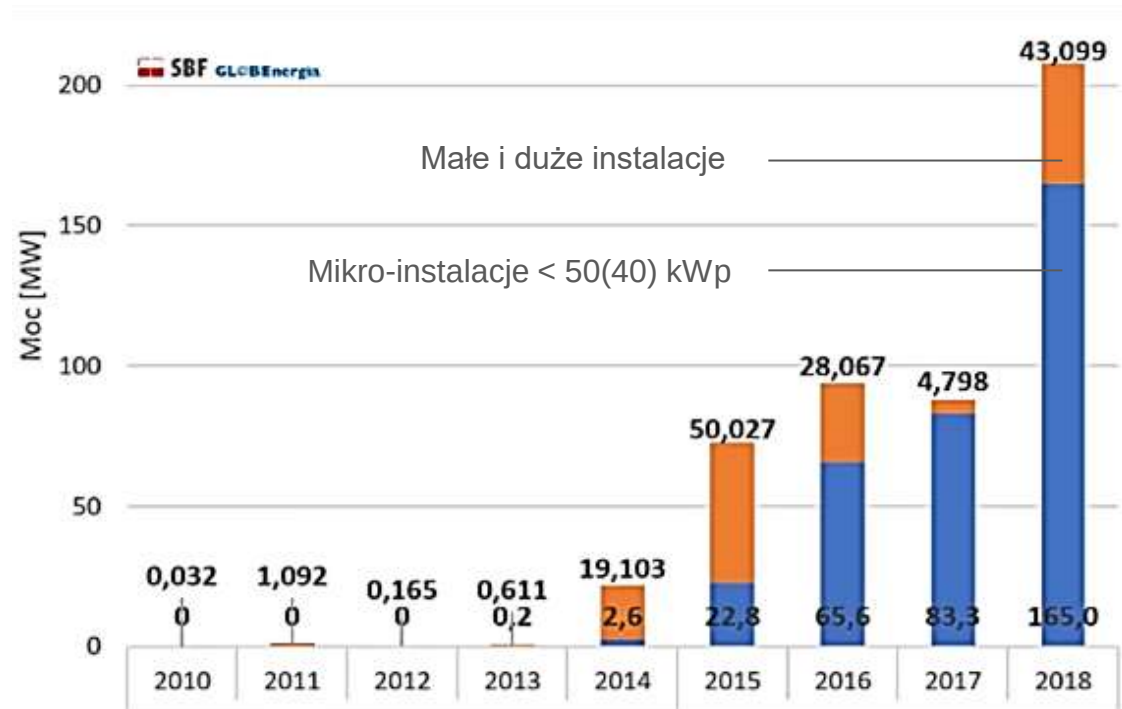
Źródło: WP.pl | NYT App

Wiele budynków i mieszkań potrzebuje tyle samo lub więcej energii na potrzeby **chłodu** co na potrzeby **ogrzewania**, w celu zapewnienia optymalnych warunków bytowych i komfortu cieplnego.

Praktyczne zastosowanie

Rozwój energetyki prosumenckiej

Rozwój PV to rozwój zrównoważony



Źródło: Wysokienapięcie.pl

Źródło: Globenergia.pl , SBF Polska

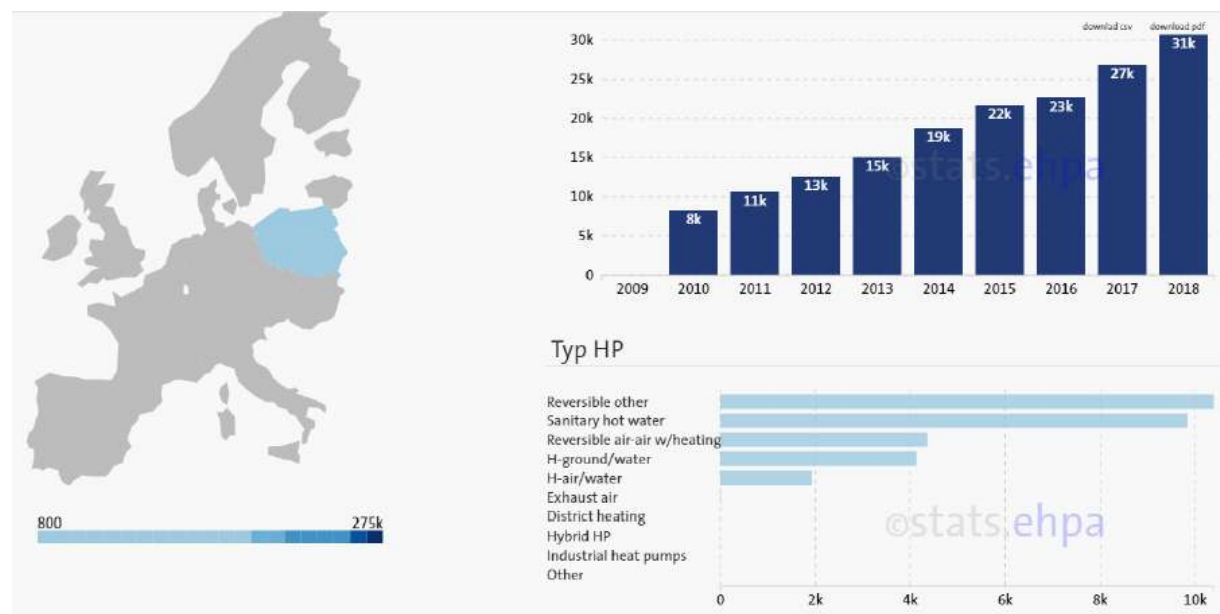
Moc mikro-instalacji oraz małych i dużych instalacji zainstalowanych w **2018** roku była ponad 2-krotnie większa niż rok wcześniej.

IIIQ 2019 roku a już osiągnięto 4-krotny wzrost w stosunku do roku 2018.

Praktyczne zastosowanie

Rozwój energetyki prosumenckiej

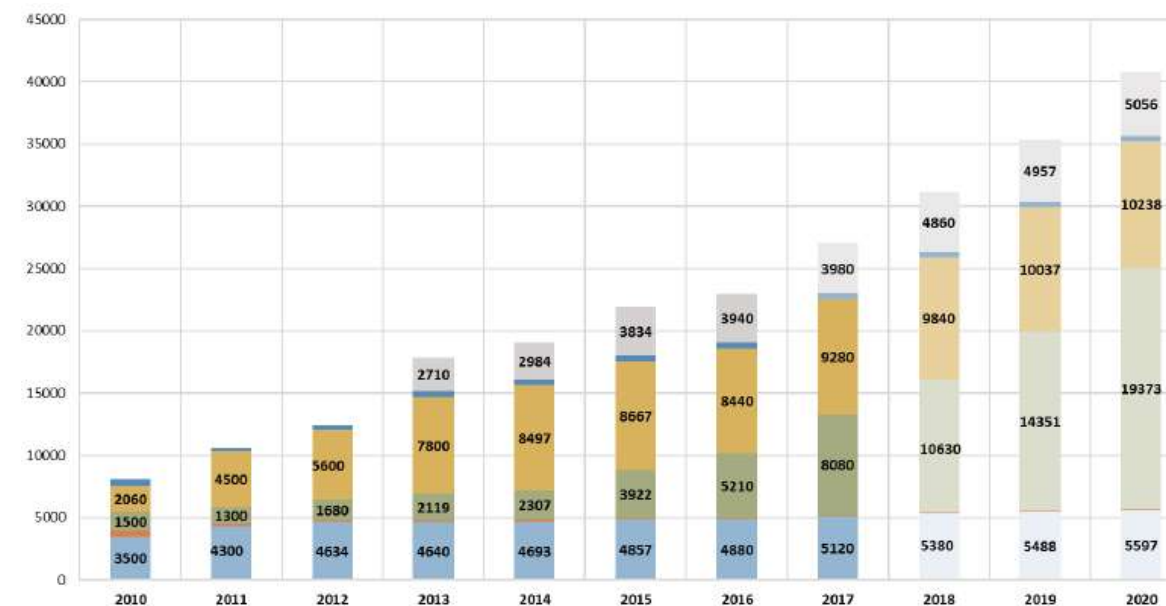
Rozwój rynku pomp ciepła wg EHPA.org i PORT.PC



Źródło: EHPA.org

Prognozy rynku 2020:

- I ponad 22.000 pomp ciepła typu powietrze woda
- I ok. 7.000 gruntowych pomp ciepła
- I Udział pomp ciepła w nowych budynkach ok. 25% (obecny udział to ok. 15%)

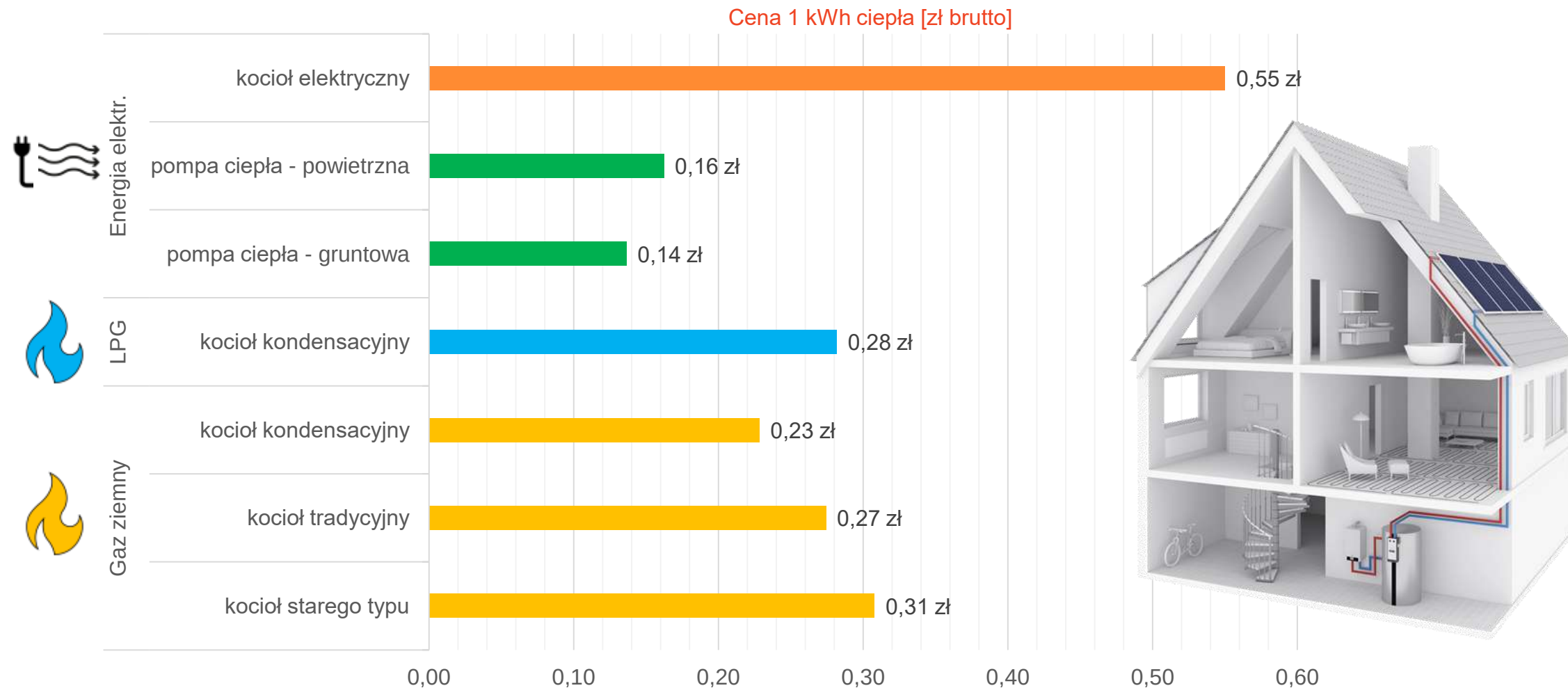


Źródło: PORT PC 2019

Praktyczne zastosowanie

Rozwój efektywności pomp ciepła powietrze/woda na przełomie 30 lat

Najtańsze źródło ciepła dla budynku



Praktyczne zastosowanie

Pompa ciepła

Elastyczny konsument energii do ogrzewania i chłodzenia

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



Praktyczne zastosowanie

Rozwój efektywności pomp ciepła powietrze/woda na przełomie 30 lat

Wzrost współczynnika COP +160%

Pompa ciepła **powietrze/woda**
L-08 z **1981** roku

COP = 2,5



A2/W35



Pompa ciepła **powietrze/woda**
Vitocal 200-A z **2016** roku

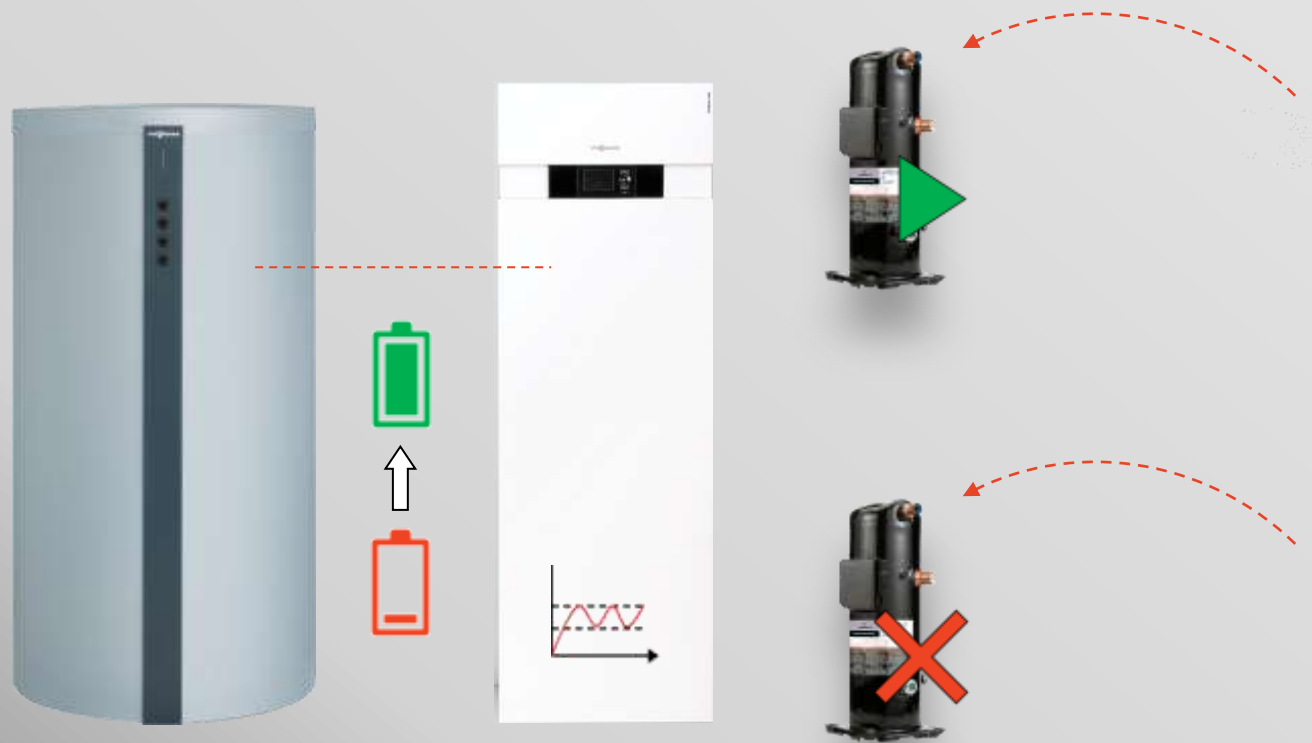
COP = 4,0

A2/W35

Praktyczne zastosowanie

Pompa ciepła

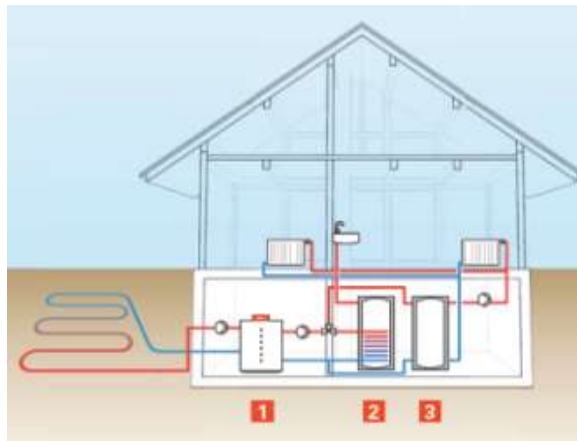
Konieczność zastosowania pomp ciepła i instalacji PV z uwagi na WT 2021.



Praktyczne zastosowanie

Pompa ciepła

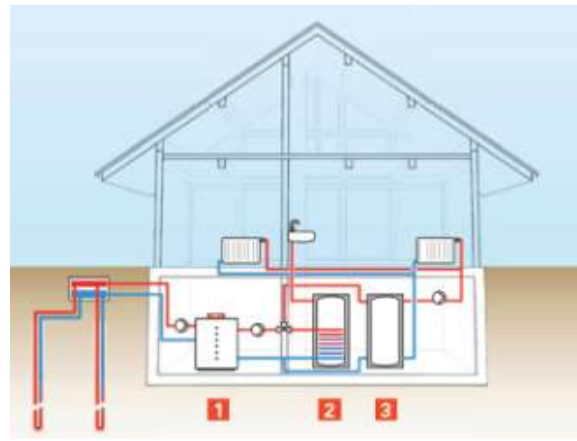
Podział ze względu na dolne źródło ciepła



kolektor gruntowy, poziomy

- + cena
- + efektywność

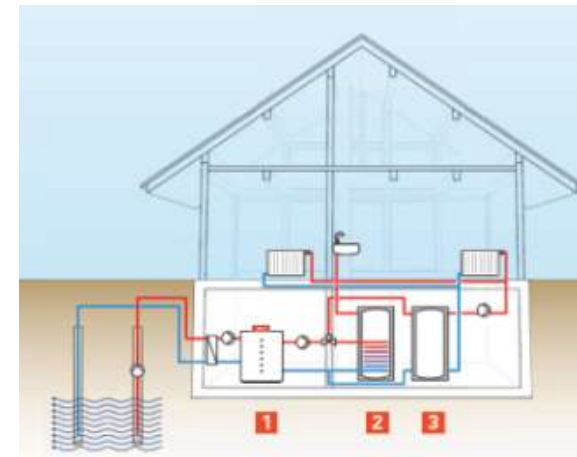
- przeznaczone miejsce
- brak chłodzenia



otworowy wymiennik ciepła, pionowy

- + efektywność
- + przeznaczone miejsce
- + chłodzenie budynku

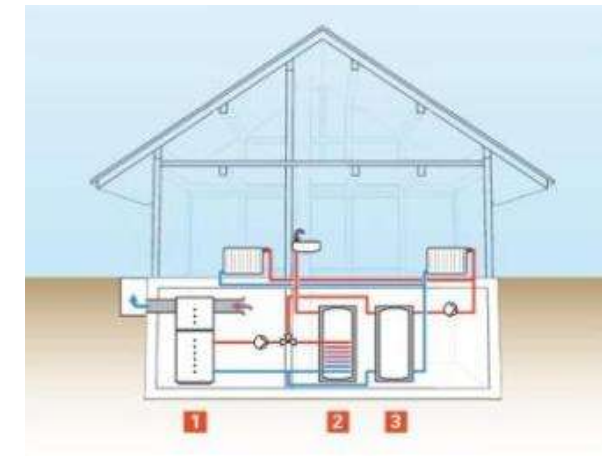
- cena



układ dwóch studni

- + efektywność PC

- cena
- efektywność instalacji
- koszt utrzymania
- brak chłodzenia



powietrze zewnętrzne

- + cena
- + przeznaczone miejsce
- + chłodzenie budynku

- hałas
- chłodzenie tylko aktywne

Praktyczne zastosowanie

Pompa ciepła

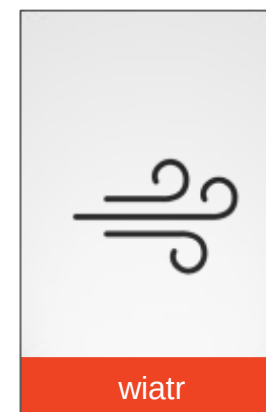
Dolne źródło w postaci magazynu energii



Energia z gruntu
otaczającego zbiornik
lodu.
W okresie całego roku
o temperaturze $> 0^{\circ}\text{C}$



Energia ze słońca.
Ogrzewanie wymiennika
rurowego – kolektora



Energia cieplna z wiatru.
Ogrzewanie wymiennika
rurowego
– kolektora



Energia z wody.
Obniżanie temperatury
 $1,16 \text{ Wh/kg}$



Energia utajona
z przemiany fazowej
wody w lód i odwrotnie
 93 Wh/kg

$10 \text{ m}^3 = \sim 1 \text{ MWh}$



Energia pochodząca
z procesu chłodzenia
pomieszczeń

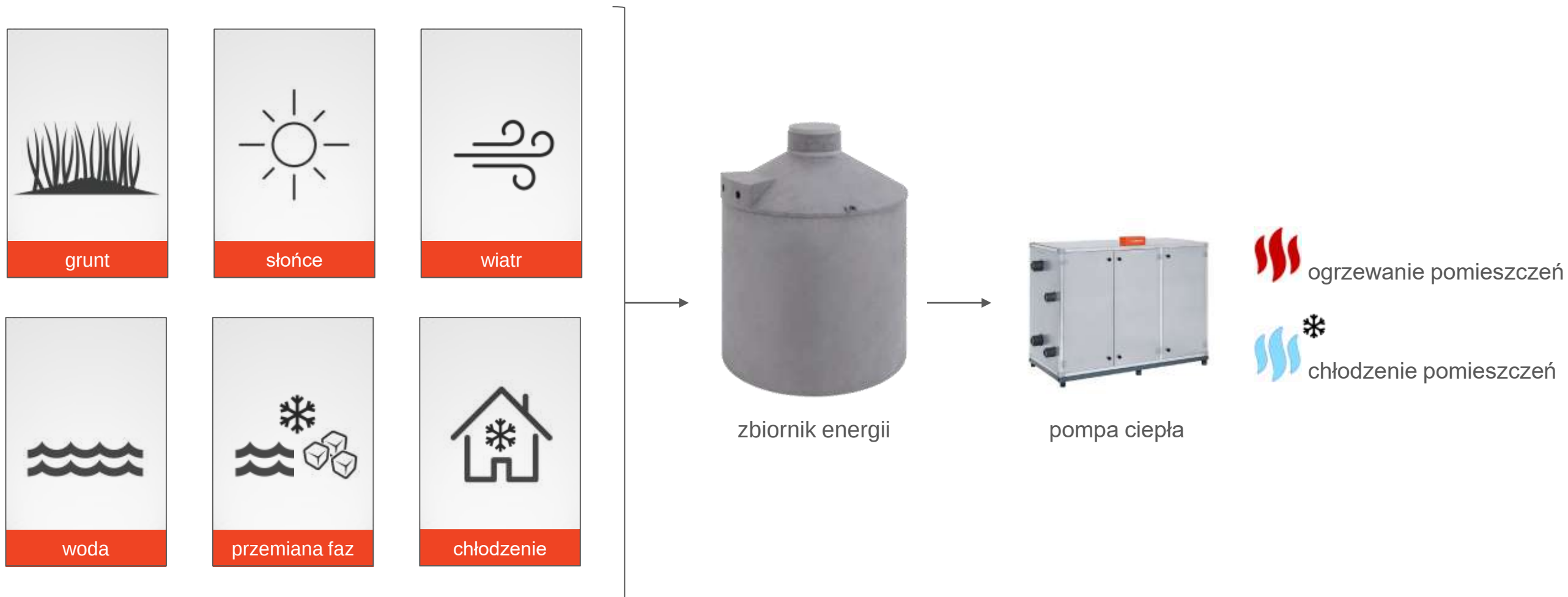


zbiornik energii

Praktyczne zastosowanie

Pompa ciepła

Dolne źródło w postaci zasobnika energii

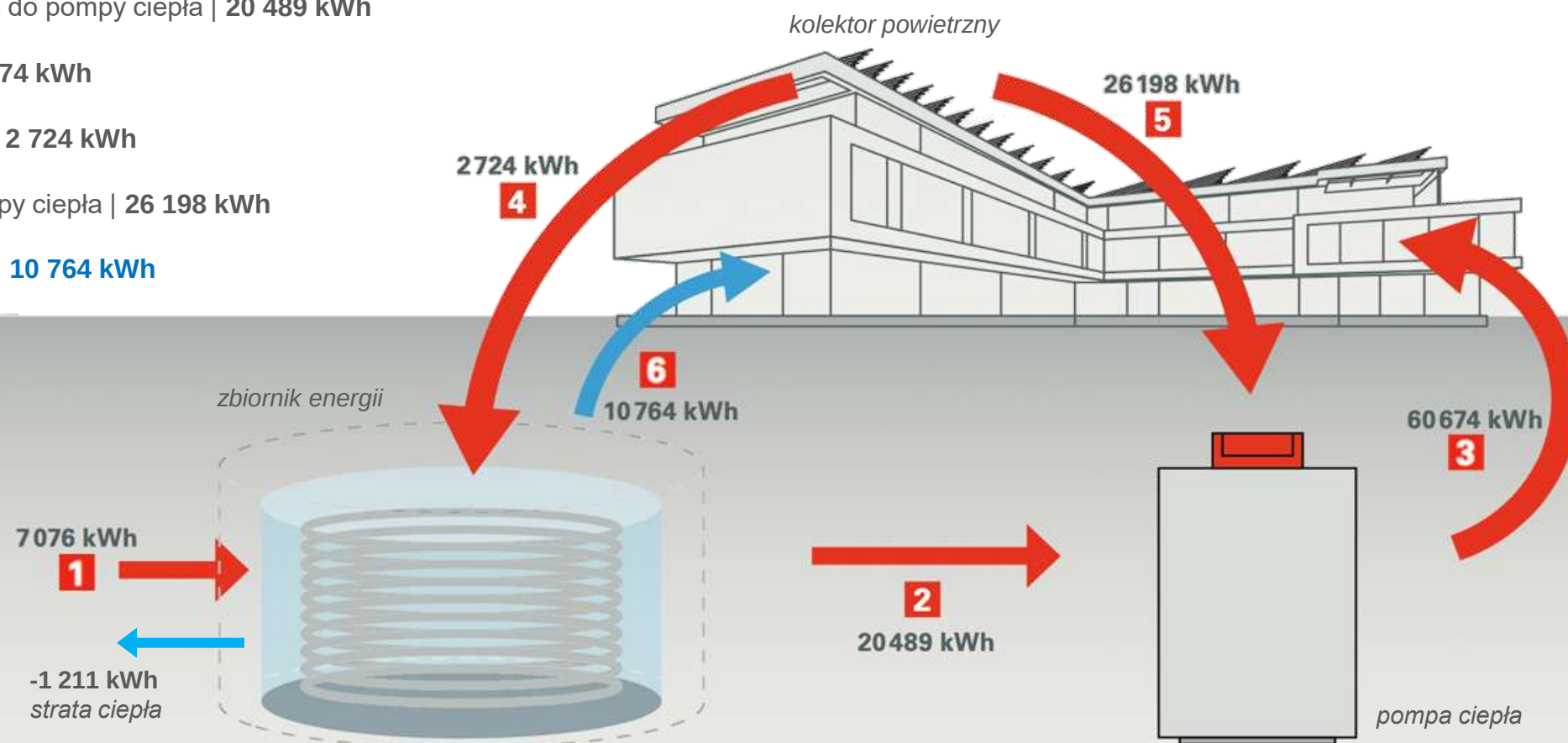


Praktyczne zastosowanie

Przykład przepływu energii dla instalacji z zasobnikiem energii

Pojemność magazynu energii 120 m³

- 1** regeneracja zbiornika energii z gruntu | 7 706 kWh
- 2** energia ze zbiornika energii (dolne źródło) do pompy ciepła | 20 489 kWh
- 3** energia z pompy ciepła do budynku | 60 674 kWh
- 4** regeneracja zbiornika energii z kolektora | 2 724 kWh
- 5** energia z kolektora (dolne źródło) do pompy ciepła | 26 198 kWh
- 6** naturalne chłodzenie ze zbiornika energii | 10 764 kWh



Praktyczne zastosowanie

Rozwiązania przemysłowe

Indywidualny projekt dla potrzeb energetycznych > 30 kW



Praktyczne zastosowanie

Przykład realizacji

Instalacja pompy ciepła wraz z zasobnikiem energii



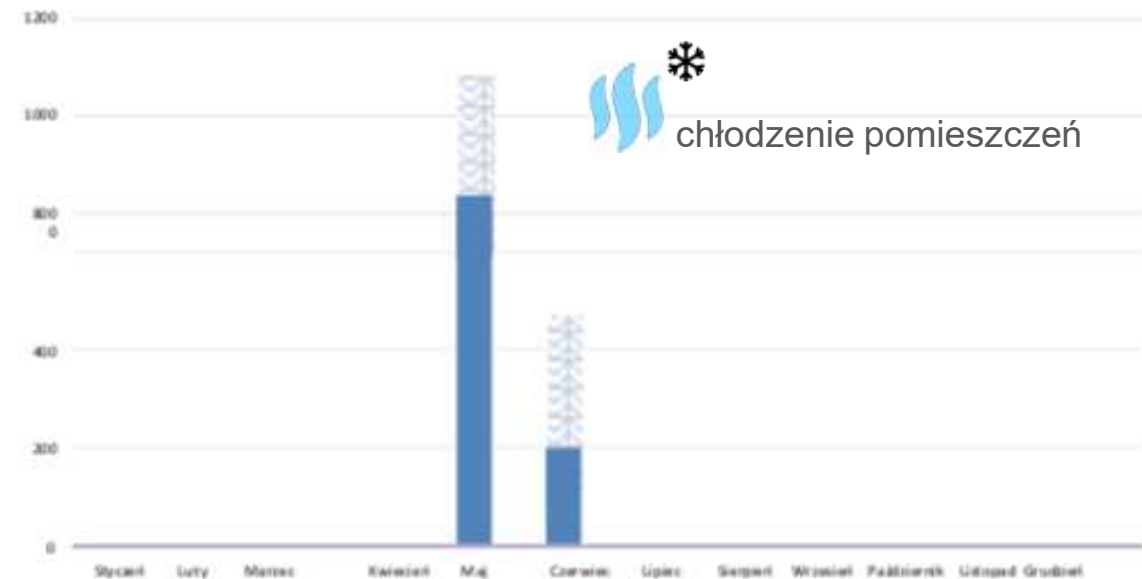
Energia z zasobnika : 8 931 kWh

Energia bezpośrednia z kolektora : 16 162 kWh

Energia napędowa pompy ciepła : 10 273 kWh

Ciepło z pompy ciepła : **35 699 kWh**

Ciepło ze szczytowego źródła : 873 kWh



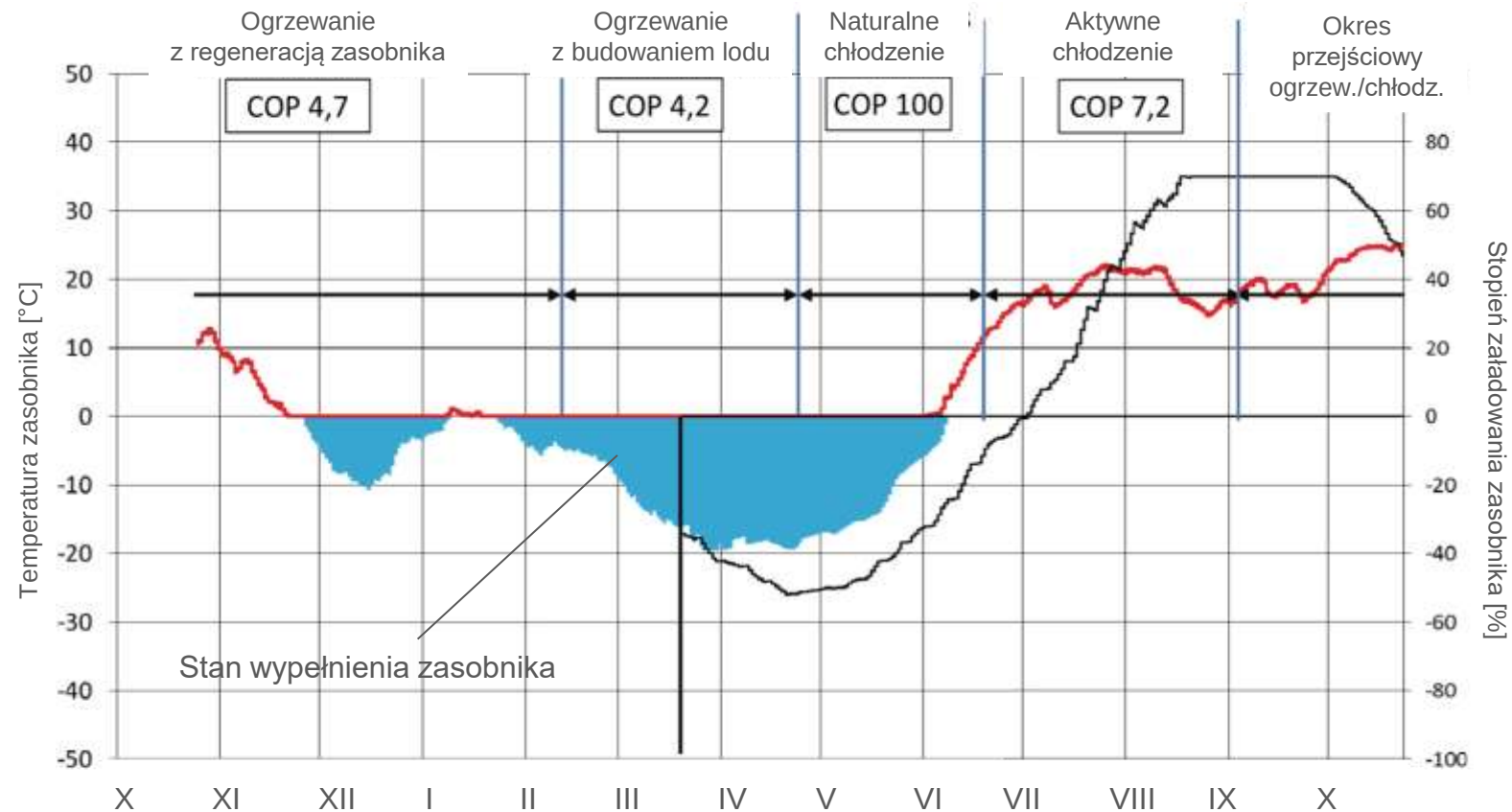
Ilość bezpłatnej energii chłodniczej : **931 kWh / rok**

4,6 kWh dziennie dla pracy 50 h / m-c / 4 m-c

Praktyczne zastosowanie

Przykład realizacji

Prognoza i stan rzeczywisty instalacji



JAZ | SCOP = 5,5

Reguła: Im większy udział naturalnego i aktywnego chłodzenia tym większa efektywność pracy całej instalacji

Dlaczego chłodzenie pompą ciepła ?

Chłodzenie naturalne to koszt pracującej pompy obiegowej... ! Sprężarka jest w tym czasie wyłączona !

Współczynniki efektywności chłodzenia wynoszą od 15 do 30 ! Oznacza to, że co najmniej 15 razy więcej energii otrzymujemy niż musimy doprowadzić !

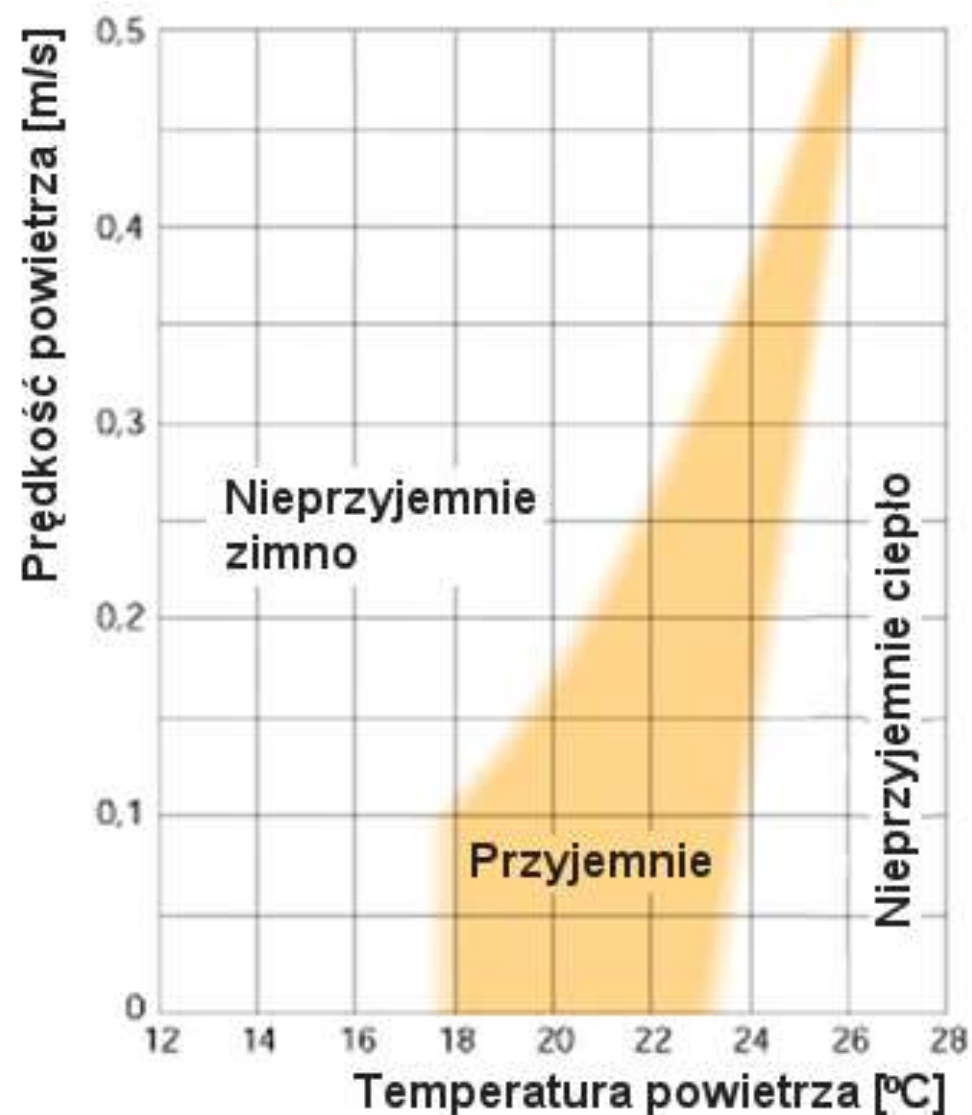
Naturalne chłodzenie to również prosty sposób wykonania instalacji !

Każda pompa typu BW, WW posiada funkcję chłodzenia pasywnego (naturalnego)

Chłodzenie aktywne pozwalana niemal dowolne temperatury zasilania i jest uruchamiane zawsze tylko w przypadku gdy naturalne chłodzenie jest niewystarczające ! Sprężarka jest załączana na czas chłodzenia aktywnego !

Pompy typu 300-A, 200-S posiadają możliwość pracy rewersyjnej (aktywne chłodzenie).
Każda pompa BW, WW posiada funkcję chłodzenia aktywnego

Systemy płaszczyznowe a ruch powietrza



Należy unikać zbyt dużych prędkości przepływu powietrza w miejscach pobytu ludzi.

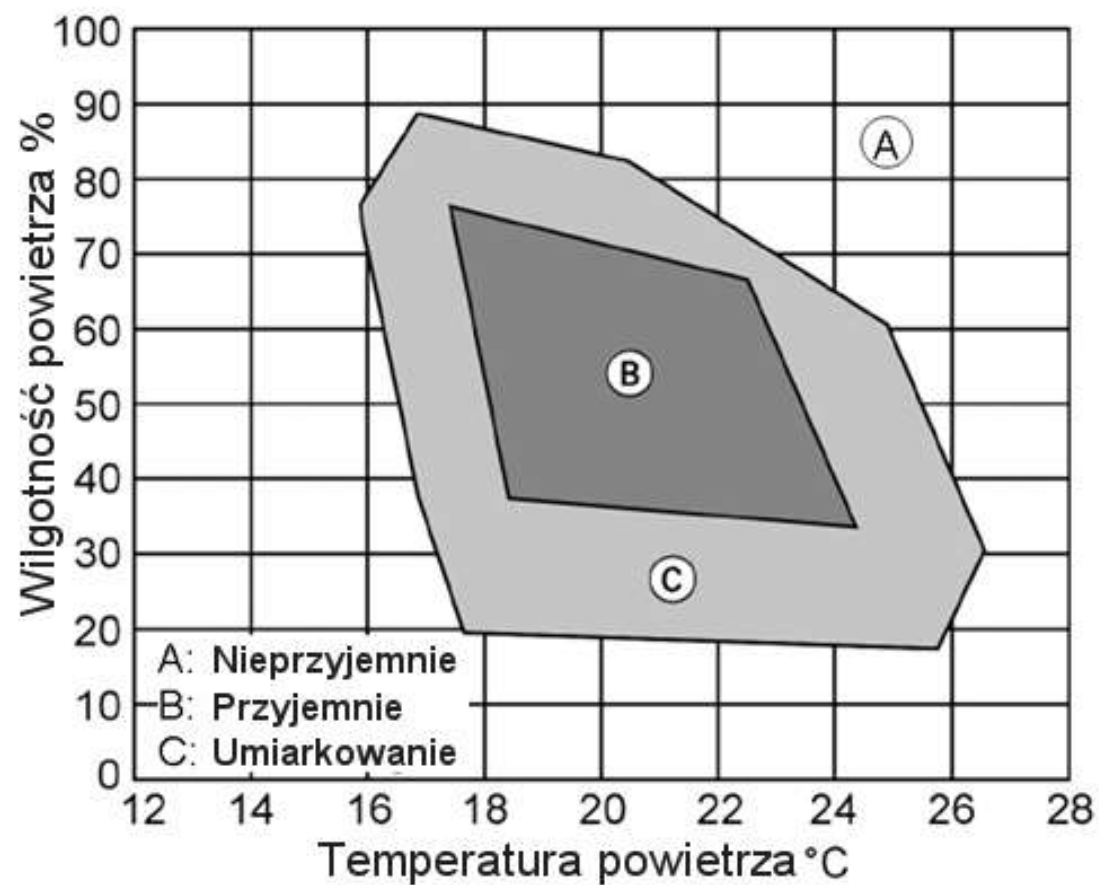
Maksymalna prędkość = 0,2 [m/s]



Temperatura i wilgotność powietrza

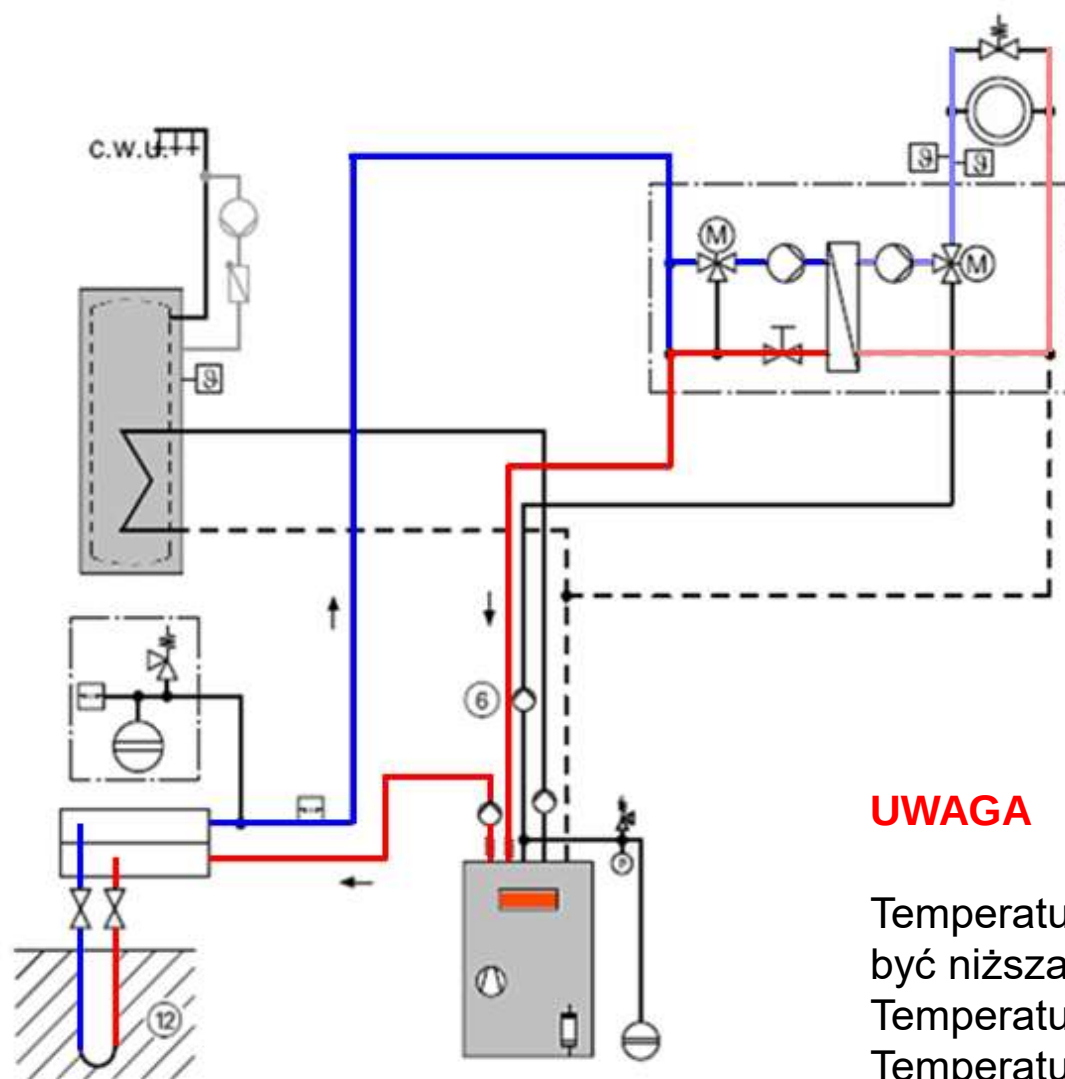
W czasie pracy systemu chłodzenia temperatura w pomieszczeniach **nie powinna być niższa** o więcej jak **5-8 K** od temperatury zewnętrznej.

Większa różnica mogą powodować dyskomfort w czasie przechodzenia ze strefy cieplejszej do chłodniejszej i odwrotnie.



Instalacje chłodzące do współpracy z pompą ciepła

Ogrzewanie płaszczyznowe



UWAGA

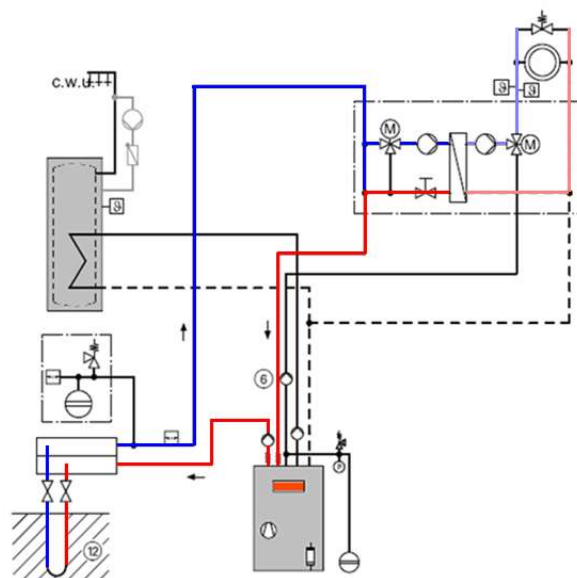
Temperatura powietrza na wysokości 10cm na podłogą nie może być niższa niż 21°C.

Temperatura powierzchniowa nie mniejsza niż 20°C.

Temperatura zasilania nie niższa niż 18/16°C (ryzyko rosznienia)

Instalacje chłodzące do współpracy z pompą ciepła

Ogrzewanie płaszczyznowe



Dla oszacowania mocy chłodzenia ogrzewania podłogowego można skorzystać z tabel.

Podłoga mocno nasłoneczniona charakteryzuje się mocą chłodniczą na poziomie 100 W/m².

Dla najczęstszych parametrów pracy 18°C zasilanie i 21°C powrót:
 25-30 W/m² – płytki, gres
 15-20 W/m² – wykładzina, dywan

Szacunkowa wydajność chłodnicza instalacji ogrzewania podłogowego w zależności od odstępu układania (przewodów rurowych) i pokrycia podłogi (zakładana temperatura na zasilaniu ok. 14°C, temperatura na powrocie ok. 18°C; źródło: firma Velta)

Pokrycie podłogi		Płytki posadzkowe			Dywan		
Odstęp układania	mm	75	150	300	75	150	300
przewodów rurowych							
Wydajność chłodnicza przy średnicy rury:							
– 10 mm	W/m ²	45	35	23	31	26	19
– 17 mm	W/m ²	46	37	25	32	27	20
– 25 mm	W/m ²	48	40	28	33	29	22

Wytwarzanie ciepła przez ludzi

Aktywność	Czynność	Wytwarzanie ciepła przez 1 osobę
1	Czynności statyczne	120 W
2	Lekka praca przy biurku	150 W
3	Lekka praca fizyczna	190 W
4	Ciężka praca fizyczna	> 200 W

Generowanie ciepła przez urządzenia

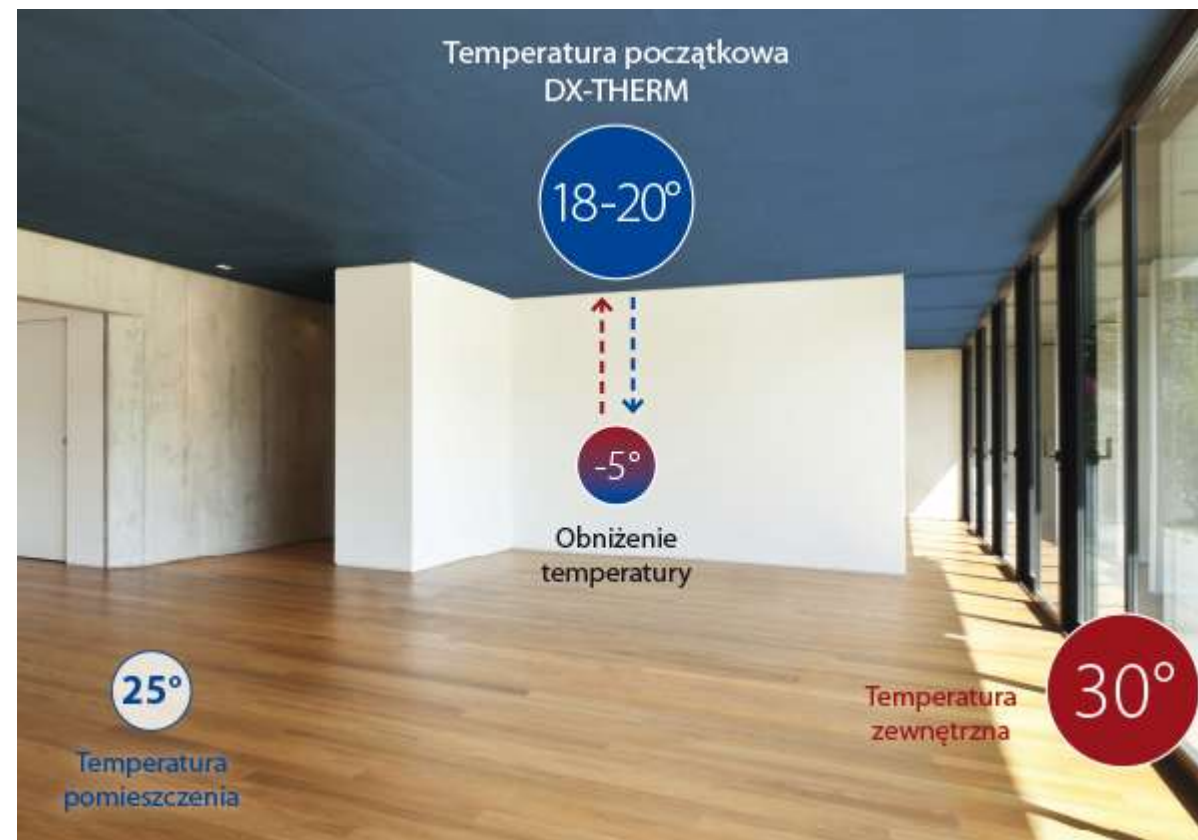
Urządzenie	Moc w W
Komputer	200 do 500 W
Drukarka	20 do 30 W
Radio	40 W
Telewizor	175 W

Najczęściej jednak przyjmuje się wskaźniki:

Mieszkania, domki	30 do 40 W/m ³
Biura	50 W/m ³
Sklepy	50 do 60 W/m ³

	Współczynnik przenoszenia ciepła [W/m ² x K]		Temperatura powierzchniowa [°C]		Maksymalna moc jednostkowa [W/m ²]	
	Ogrzewanie	Chłodzenie	Maksymalna przy ogrzewaniu	Minimalna przy chłodzeniu	Ogrzewanie	Chłodzenie
Podłoga: strefy skrajne strefy środkowe (w których przebywają ludzie)	11 11	7 7	35 29	20 20	165 99	42 42
Ściana	8	8	~ 40	17	160	72
Sufit	6	11	~ 27	17	42	99

Źródło: B. Olsen, Velta



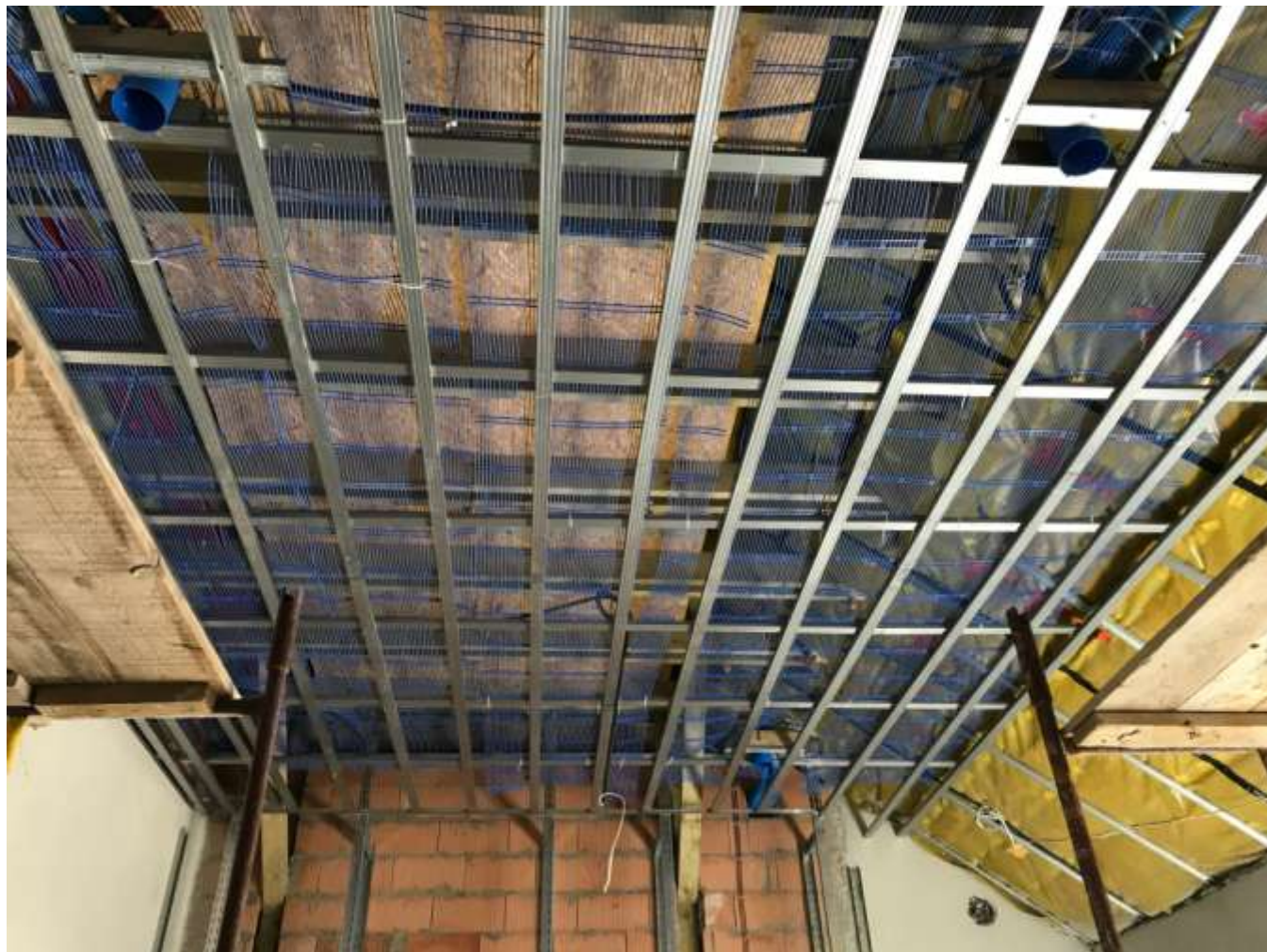
Maty kapilarne

miejsca montażu



Maty kapilarne

miejsca montażu



Maty kapilarne

miejsca montażu

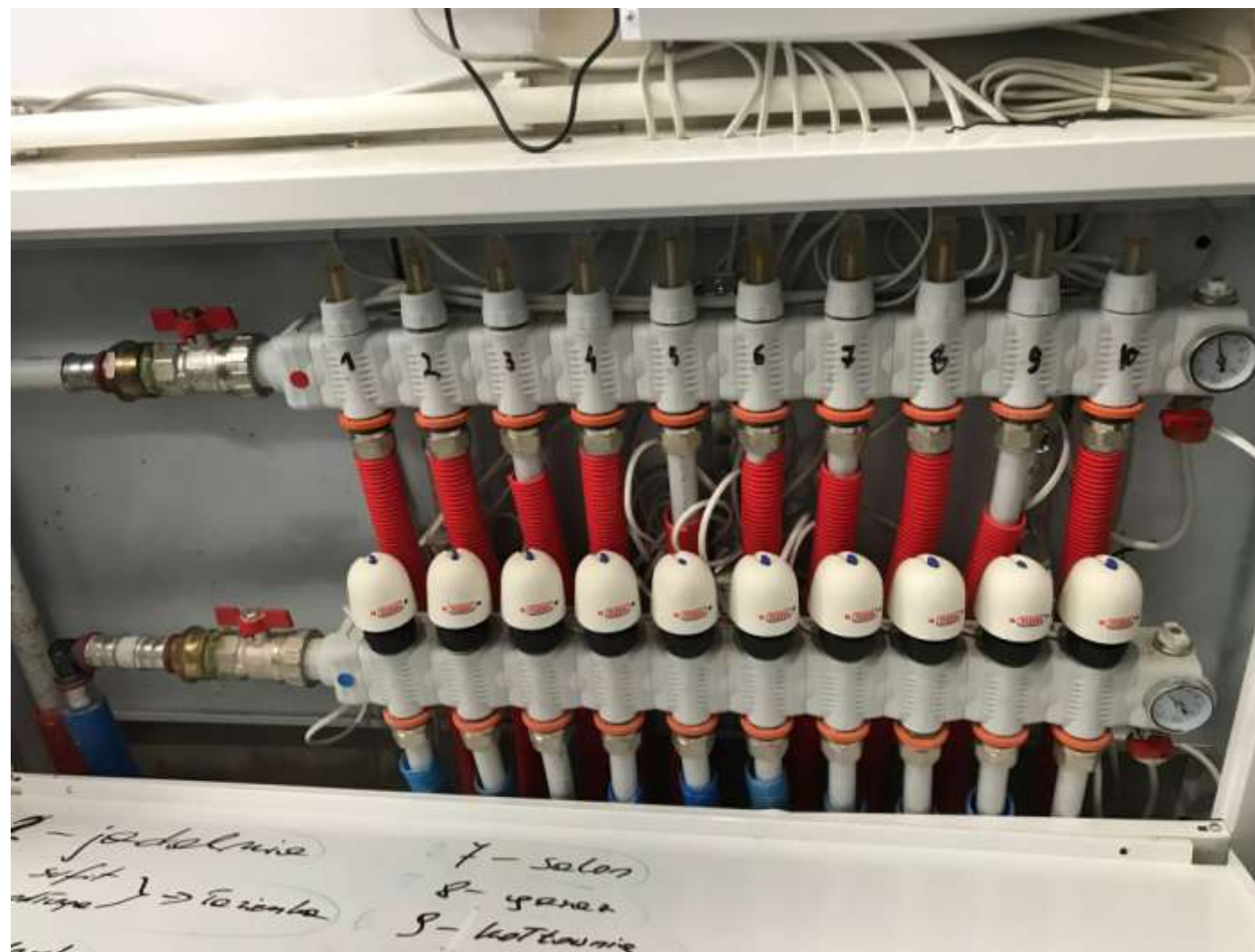


Maty kapilarne

miejsca montażu



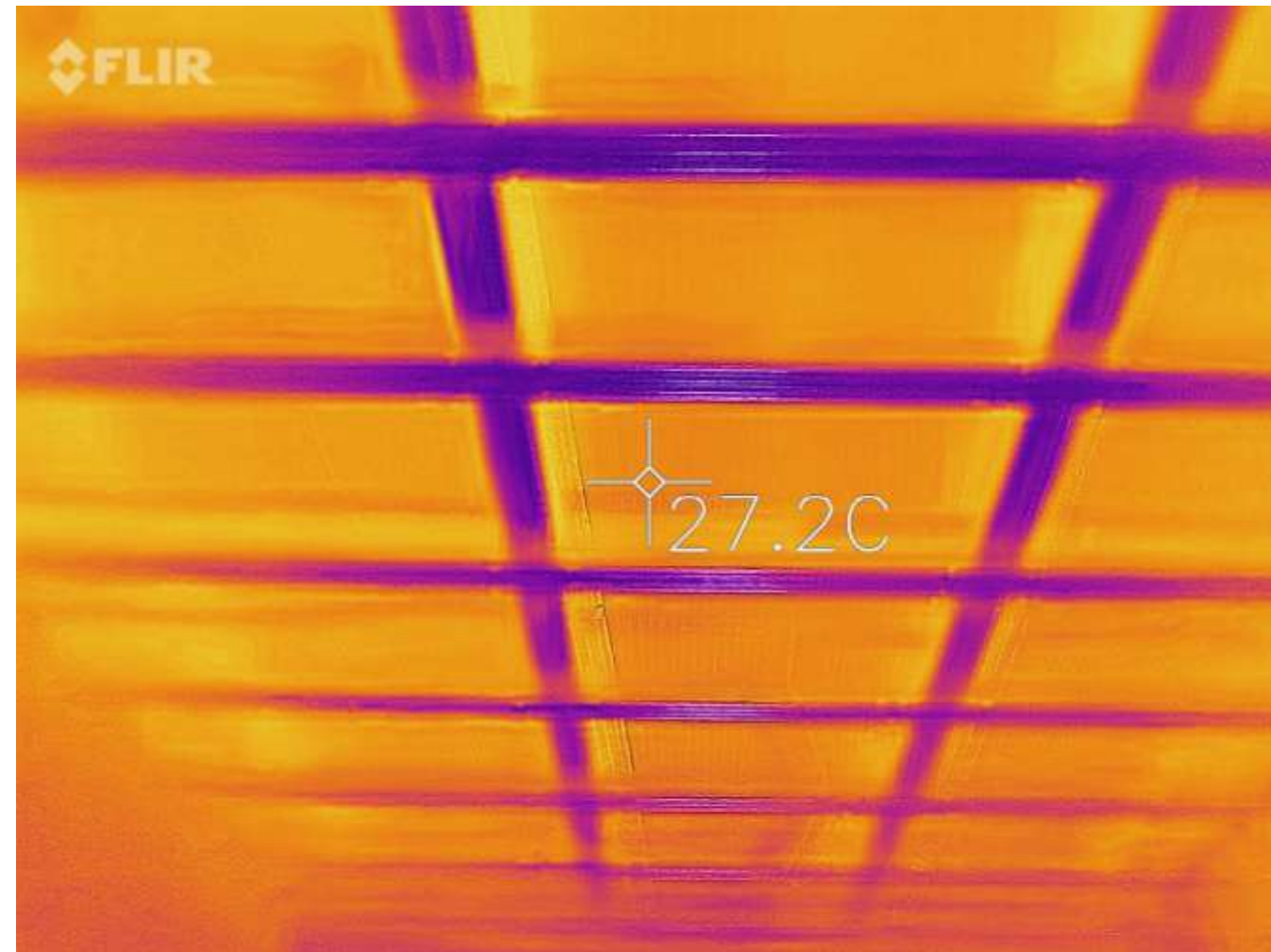
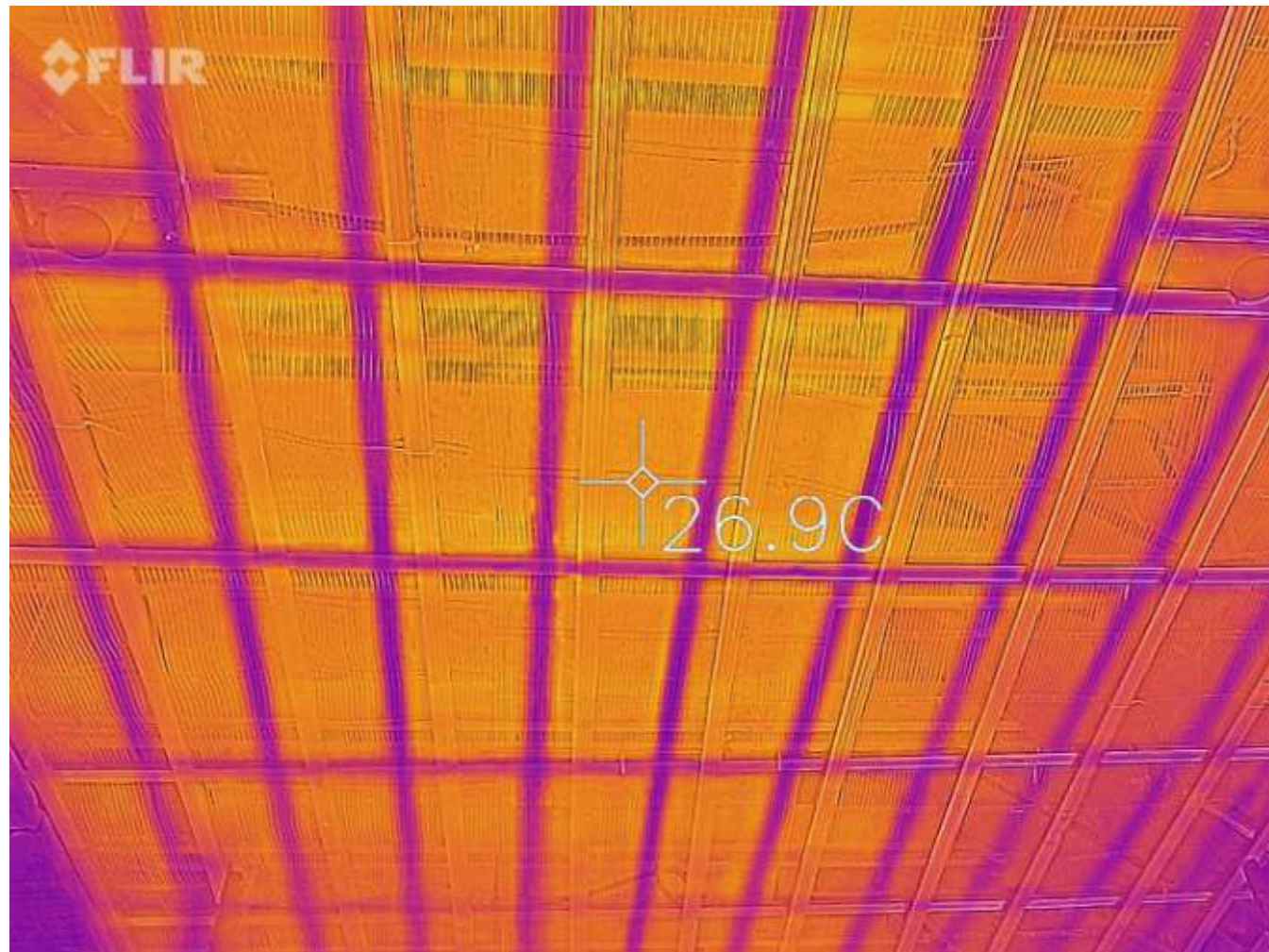
rozdzielacze



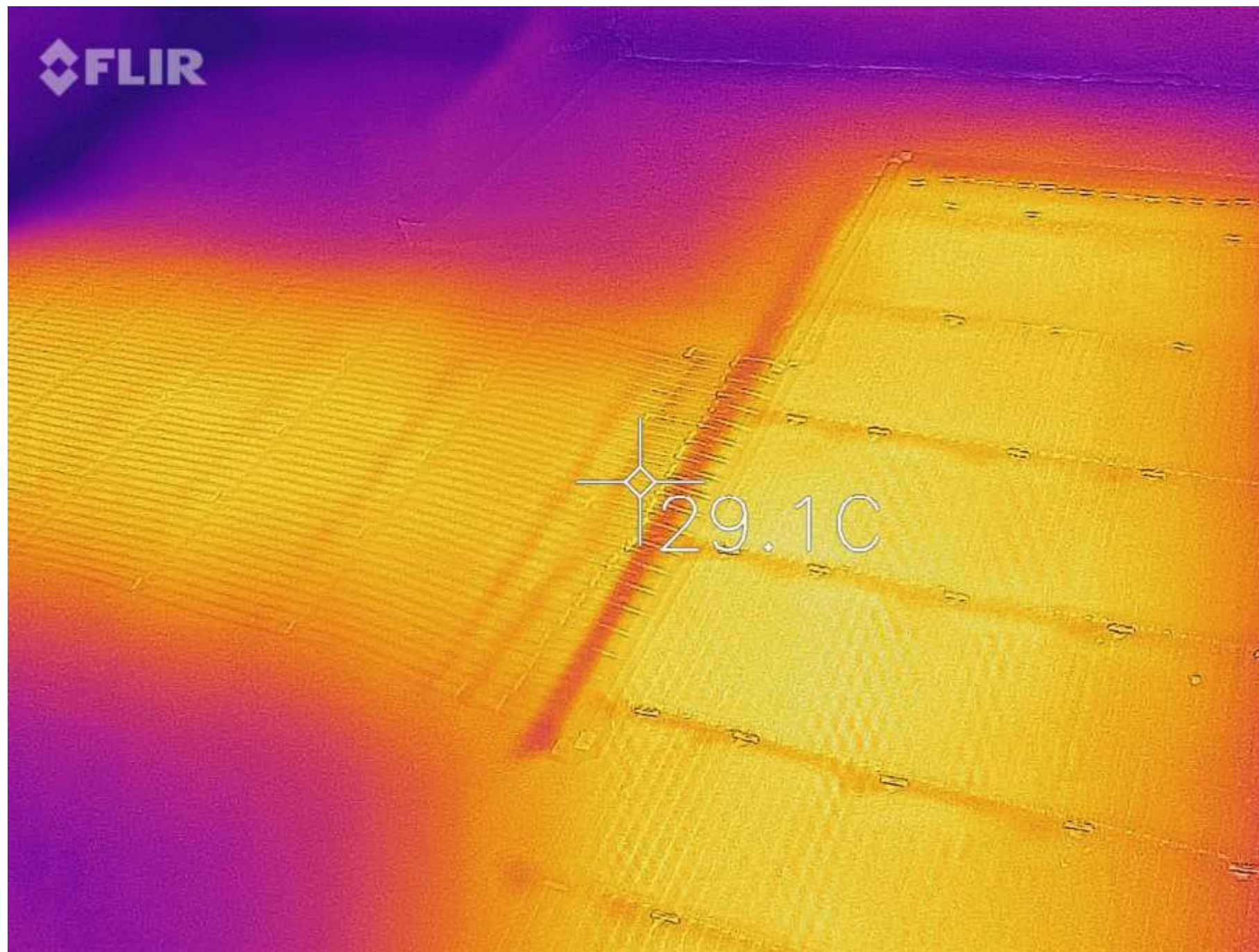
próba ciśnienia



działanie



działanie



Praktyczne zastosowanie

Małopolskie Centrum Nauki w Krakowie

Innowacyjny system magazynowania energii



- | Obiekt grzany i chłodzony pompami ciepła
- | Dolne źródło stanowi lodowy magazyn energii
- | Szczytowe źródło ciepła stanowi węzeł ciepła dla grzania oraz agregat wody lodowej dla chłodu
- | Model energetyczny obiektu – NAPE – szybki zwrot inwestycji !

Projekt wykonany na platformie BIM z uwzględnieniem wykorzystania modelu do poziomu **7D**, czyli oprócz tradycyjnego projektu 3D model już na etapie projektu został wykorzystany do harmonogramowania kosztorysowania, analiz energetycznych, a po zakończeniu budowy również do zarządzania obiektem.

Praktyczne zastosowanie

Małopolskie Centrum Nauki w Krakowie

Innowacyjny system zasobnika energii

5 scenariuszy pracy źródła

- I tryb grzania z wykorzystaniem pomp ciepła i lodowego zbiornika energii oraz węzła ciepła jako źródła szczytowego PEC-Kraków
- I tryb grzania z wykorzystaniem pomp ciepła i lodowego zbiornika energii z jednoczesną jego regeneracją
- I tryb chłodzenia aktywnego z wykorzystaniem lodowego zbiornika energii jako dolnego źródła pomp ciepła
- I tryb chłodzenia pasywnego z wykorzystaniem bryły lodu jako zasobnika energii
- I tryb jednoczesnego grzania i chłodzenia z wykorzystaniem pomp ciepła i lodowego zbiornika energii

Układy wentylacji obsługują m.in.: wysoki na 20 m, w całości przeszklony, hol wejściowy, salę konferencyjną, laboratoria, sale wystaw i pomieszczenia biurowe.

Sumaryczna wydajność powietrza central wentylacyjnych wynosi 250 000 m³/h.

Nagrzewnice i chłodnice będą współpracować z lodowym źródłem energii dla ciepła i chłodu.



Praktyczne zastosowanie

Magazyn energii w lodzie



- | Akumulator ciepła i chłodu
- | Wykorzystanie energii utajonej przemiany fazowej woda / lód
- | Darmowy chłód przy wykorzystaniu naturalnego chłodzenia
- | Cichy system chłodzenia (bez sprężarki)
- | Bezpieczeństwo pracy - stabilność i przewidywalność pracy instalacji
- | Ochrona środowiska - utylizacja bez wpływu na środowisko
- | Dowolna modyfikacja źródła - integrator źródeł energii
- | Szybka reakcja na wymagane tryby pracy instalacji
- | Szerokie zastosowanie (ciepło np. z wentylacji, chłodni, słońca)
- | Szybka budowa systemu
- | Brak strat na przesyłach energii
- | Dalsze innowacje jak PVT i dodatkowe akumulowanie energii „PowerToEis”

02-2020

Zrównoważony Rozwój

Praktyczne zastosowanie – zbiornik lodu