



Stowarzyszenie Polskich
Energetyków Oddział w Radomiu

Partnerzy:



NISKOEMISYJNY ROZWÓJ MAZOWSZA I LUBELSZCZYNY



Dofinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Polityka energetyczna w Unii Europejskiej

Zobowiązania „ekologiczne” UE

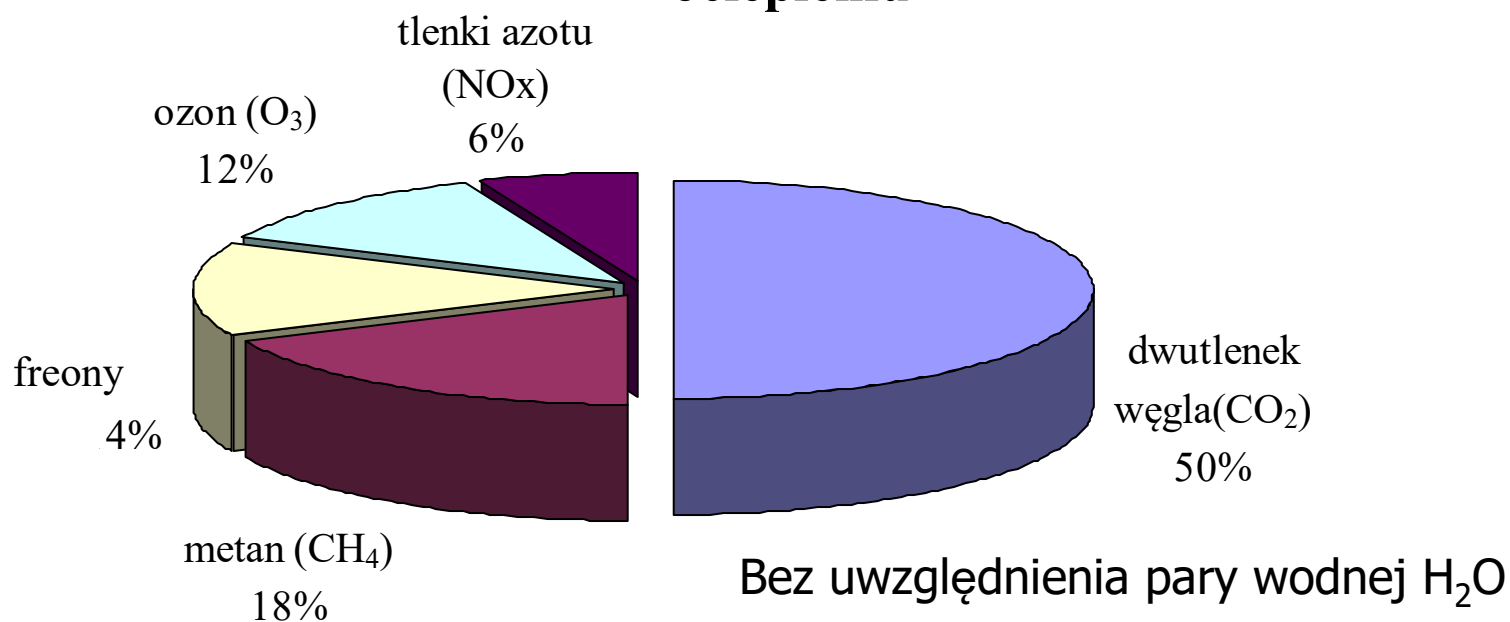
Zobowiązania ekologiczne UE na rok 2020

- redukcja emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do 1990 roku
- zmniejszenie całkowitego zużycia energii o 20% wobec prognoz na 2020 rok
- wzrost udziału OZE do 20% całkowitym bilansie zużycia nośników energii (*energy mix*) w UE
- ponadto, zwiększenie wykorzystania biopaliw w transporcie w UE do 10% całkowitego zużycia paliw

Czym są gazy cieplarniane?

Gazy cieplarniane są lotnymi substancjami chemicznymi występującymi w atmosferze, których budowa fizyko-chemiczna pozwala na zatrzymywanie i magazynowanie energii cieplnej oraz przekazywanie jej do powierzchni Ziemi w postaci promieniowania podczerwonego.

Udział gazów cieplarnianych w globalnym ociepleniu



Światowa emisja



- Świat ~28 mld ton CO₂ = 100 %
- Polska ~ 0,320 mld ton CO₂ = 1,1 %
- EU (27) ~ 4,3 mld ton CO₂ = ~15 %
- Polska ~ 0,320 mld ton CO₂ = 7,5 % z EU

Globalna struktura emisji



33% - energetyka,

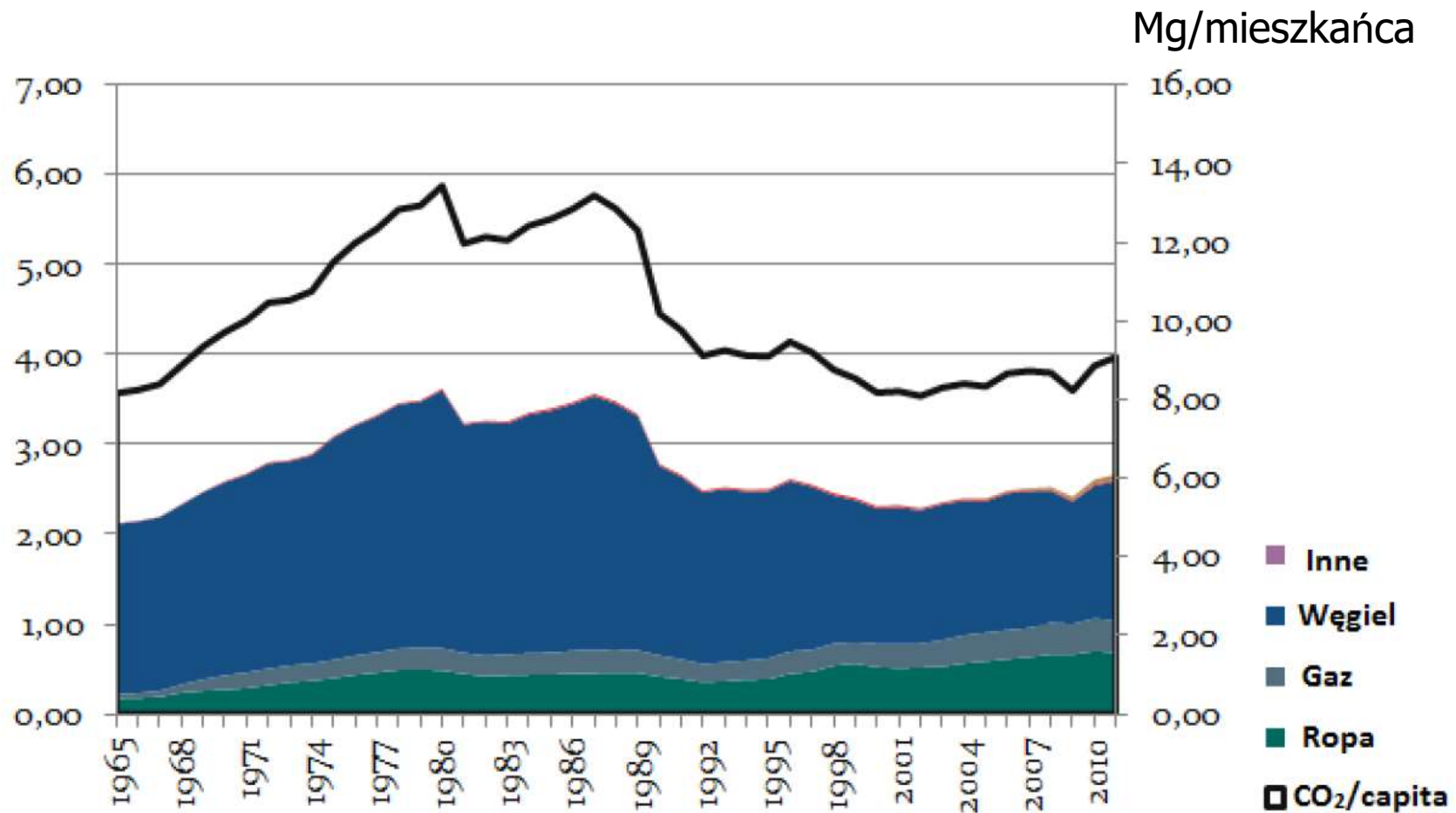
28% - transport,

20% - przemysł,

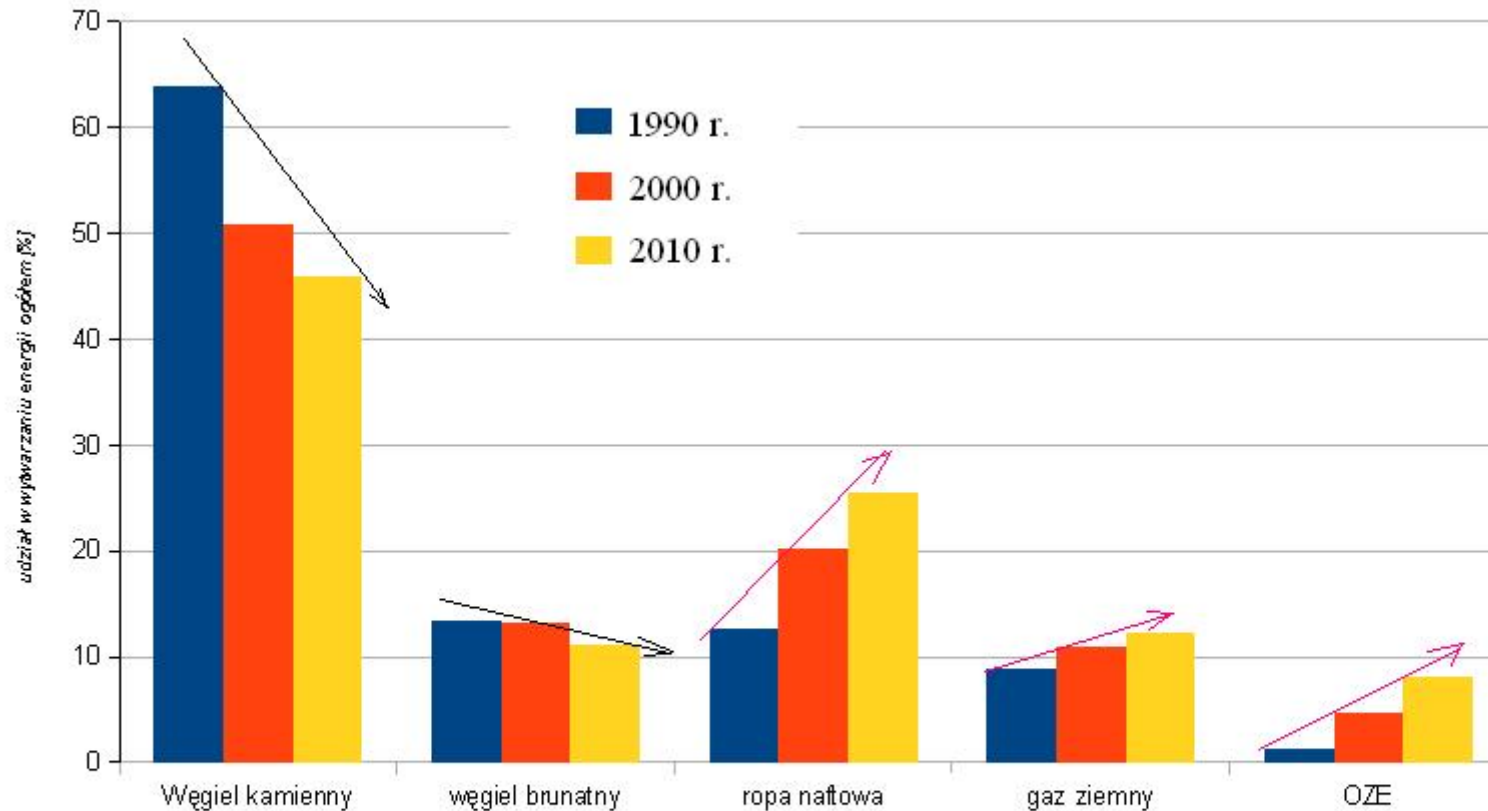
11% - mieszkania, usługi

8% - rolnictwo.

Źródła energii pierwotnej i emisje CO₂ na mieszkańca w Polsce



Struktura zużycia nośników energii pierwotnej w Polsce

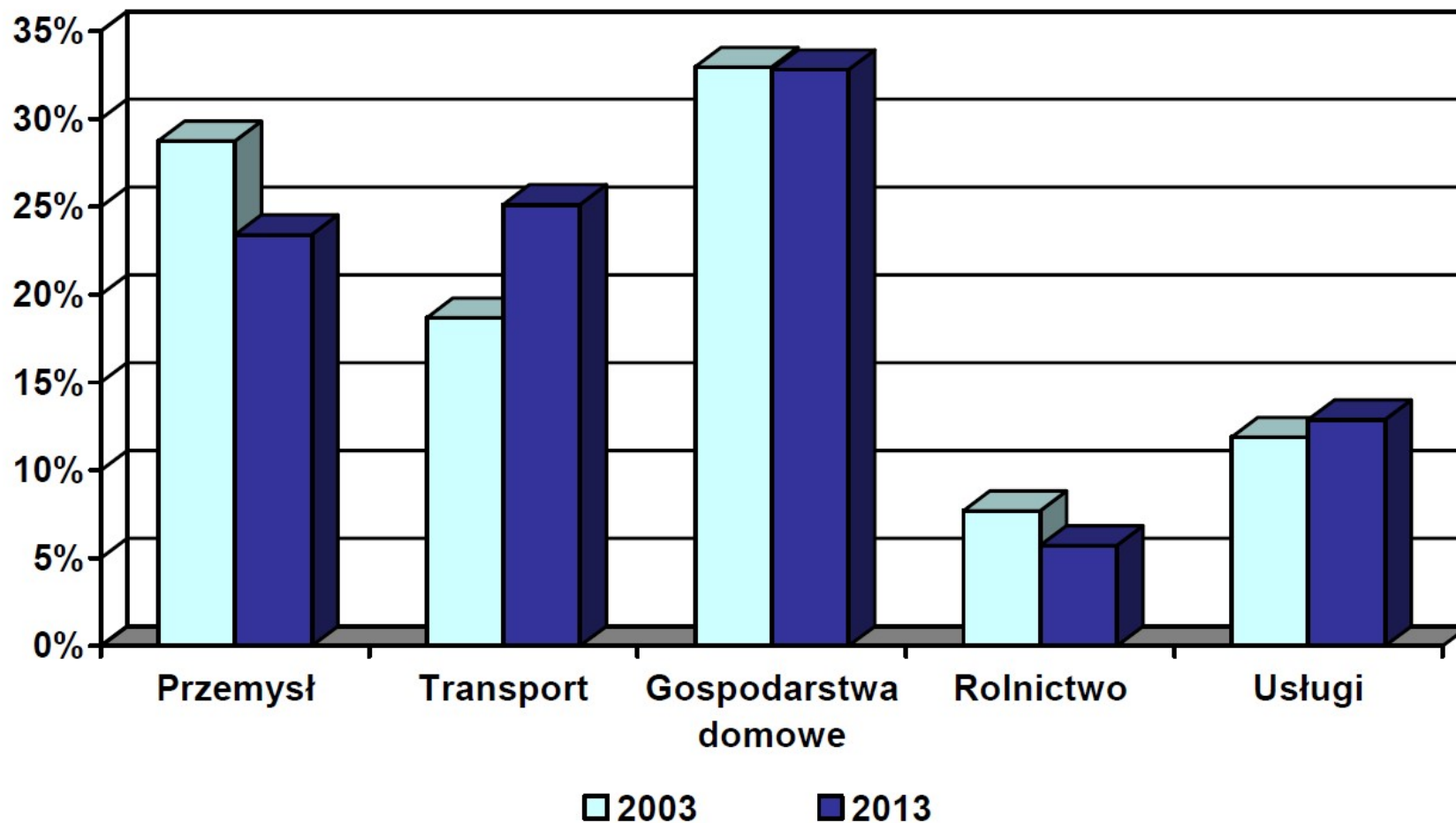


Źródło: Opracowanie własne na podstawie GUS

W jaki sposób można wpłynąć na ograniczenie

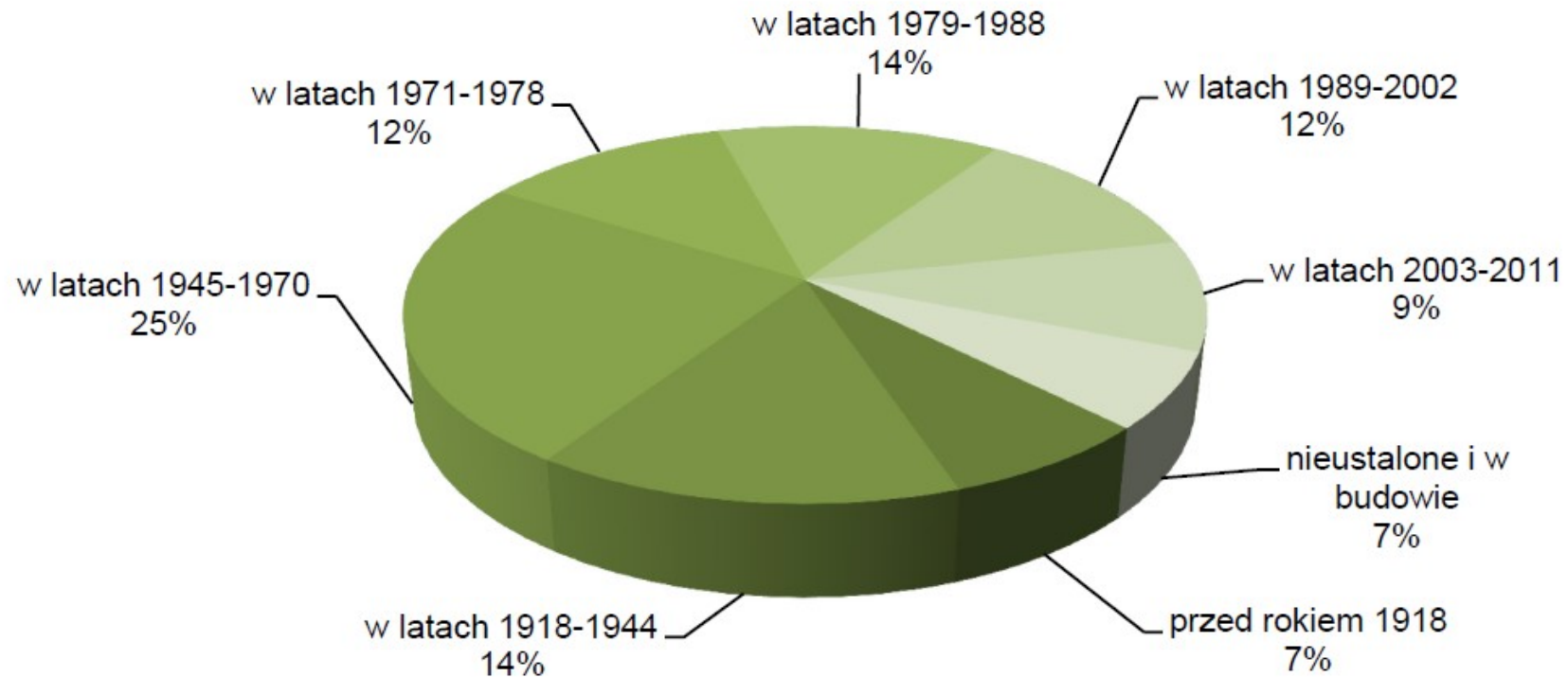
- Większe wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii do produkcji energii.
- Zmniejszenie emisji CO₂ poprzez zwiększenie efektywności procesów produkcyjnych.
- Zwiększenie wydajności urządzeń, które wykorzystują energię np. samochody spalające mniej paliwa
- Redukcja emisji CO₂ w sektorze budowlanym.
- Wprowadzenie ograniczenia w stosowaniu niektórych substancji lub specyficznych produktów w produkcji rolnej
- Odzyskiwanie odpadów poprzez recykling, powtórne wykorzystanie i odzysk energii.

Struktura finalnego zużycia energii w Polsce wg sektorów

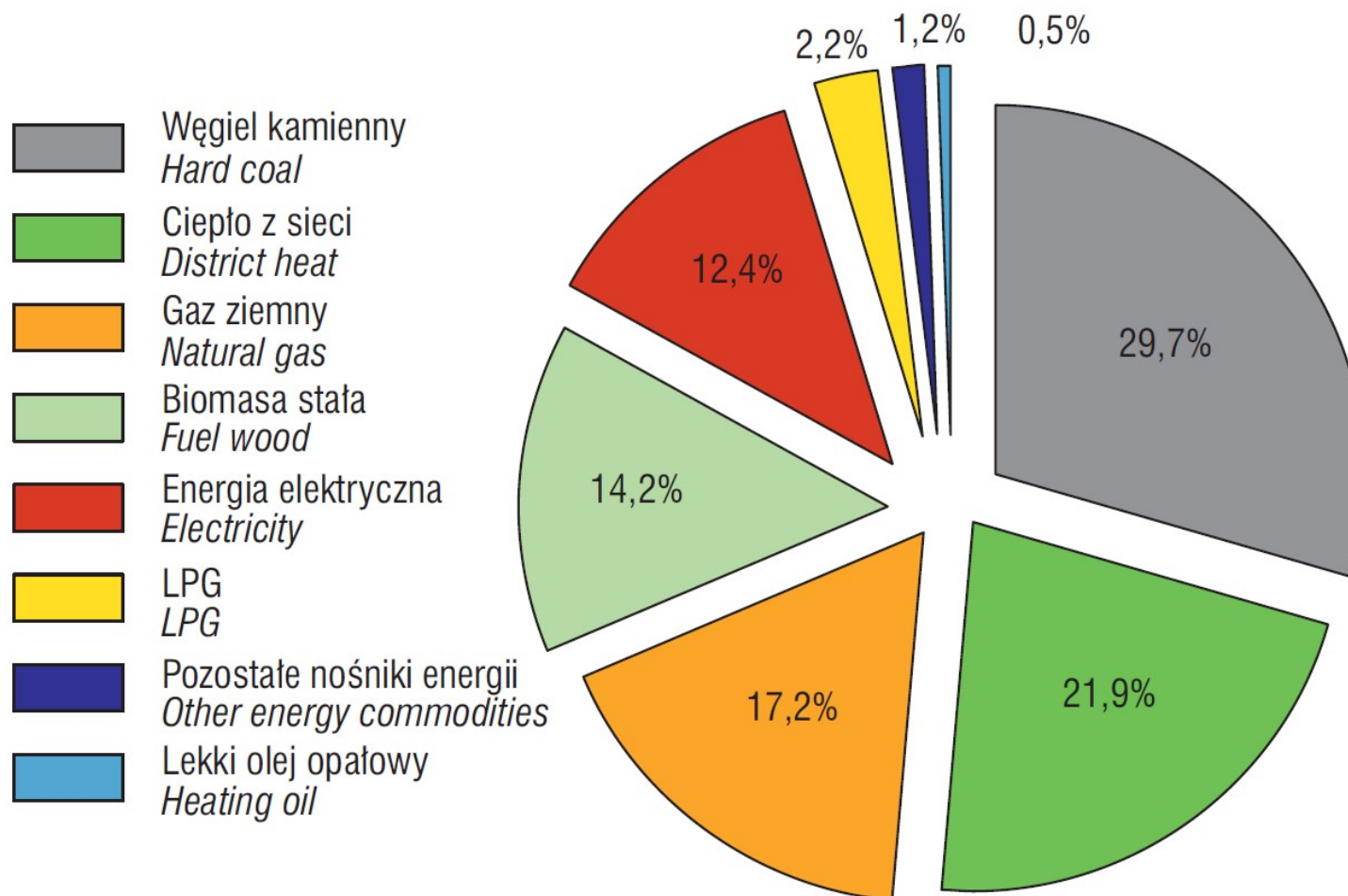


Źródło: Efektywność wykorzystania energii w latach 2003–2013(GUS 2015)

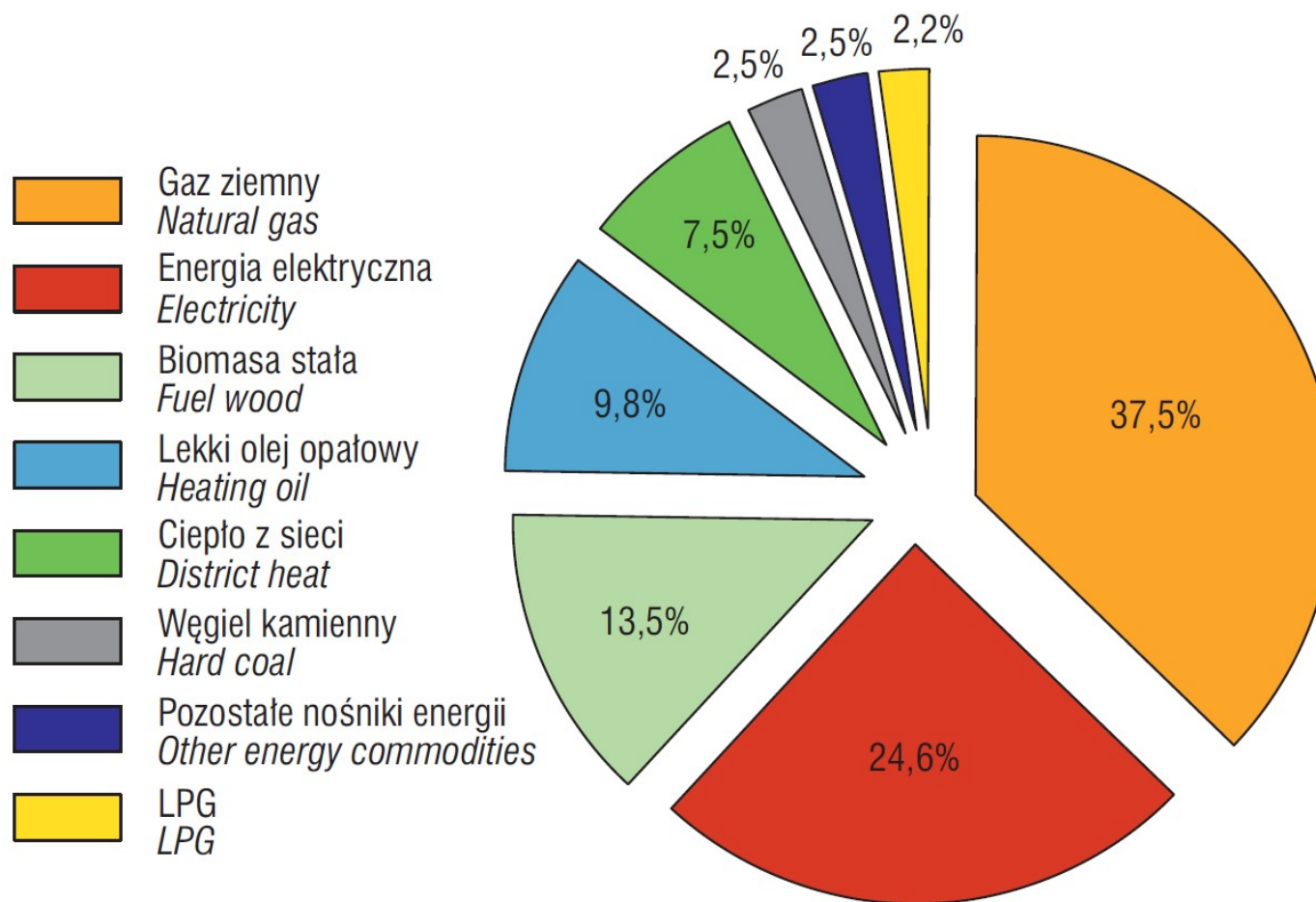
Udział budynków według okresów wybudowania



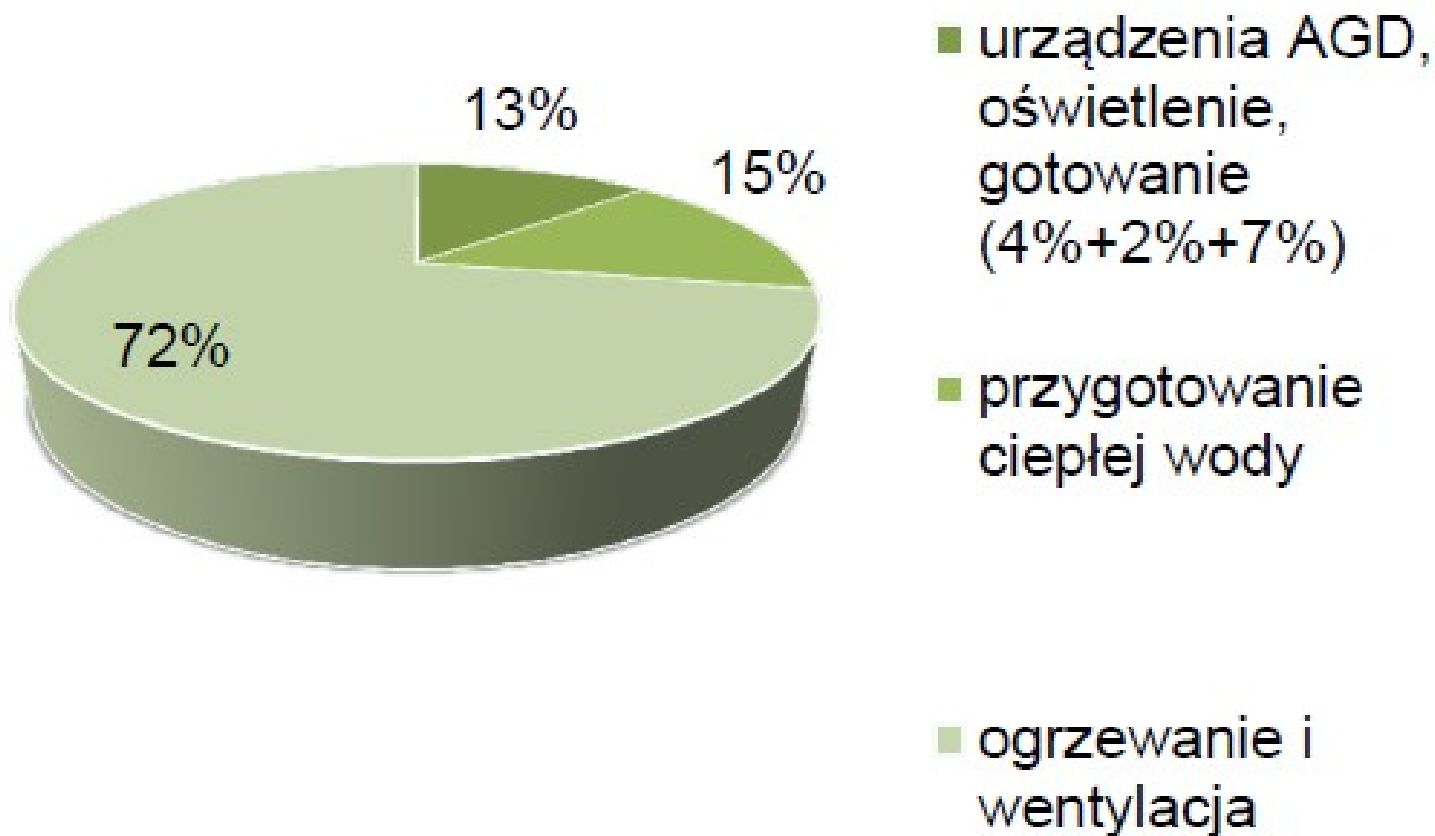
Struktura zużycia energii w gospodarstwach domowych w przeliczeniu na 1 mieszkańca w podziale na poszczególne nośniki energii w Polsce w 2012 r.



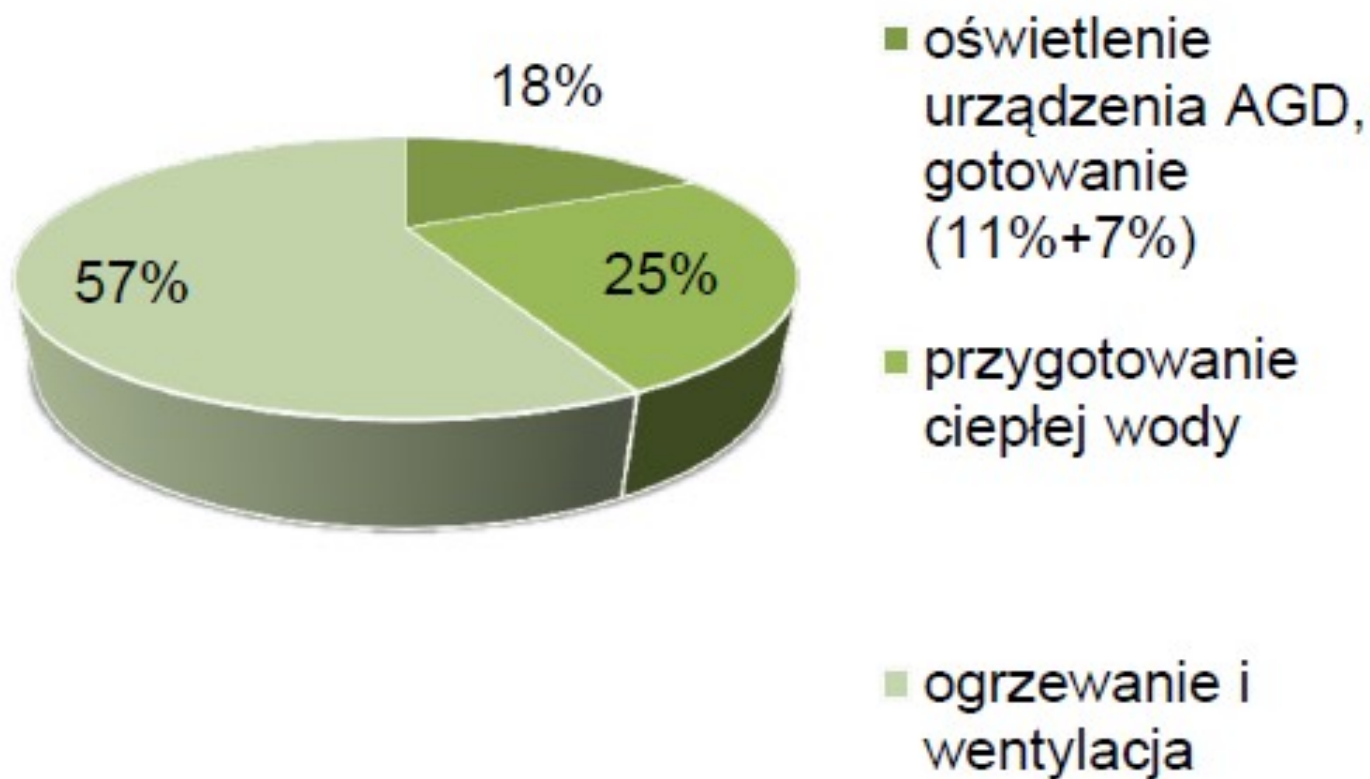
Struktura zużycia energii w gospodarstwach domowych w przeliczeniu na 1 mieszkańca w podziale na poszczególne nośniki energii w UE w 2012 r.



Struktura zużycia energii w budynkach mieszkalnych w Polsce



Struktura zużycia energii w budynkach mieszkalnych - w krajach "UE-15"

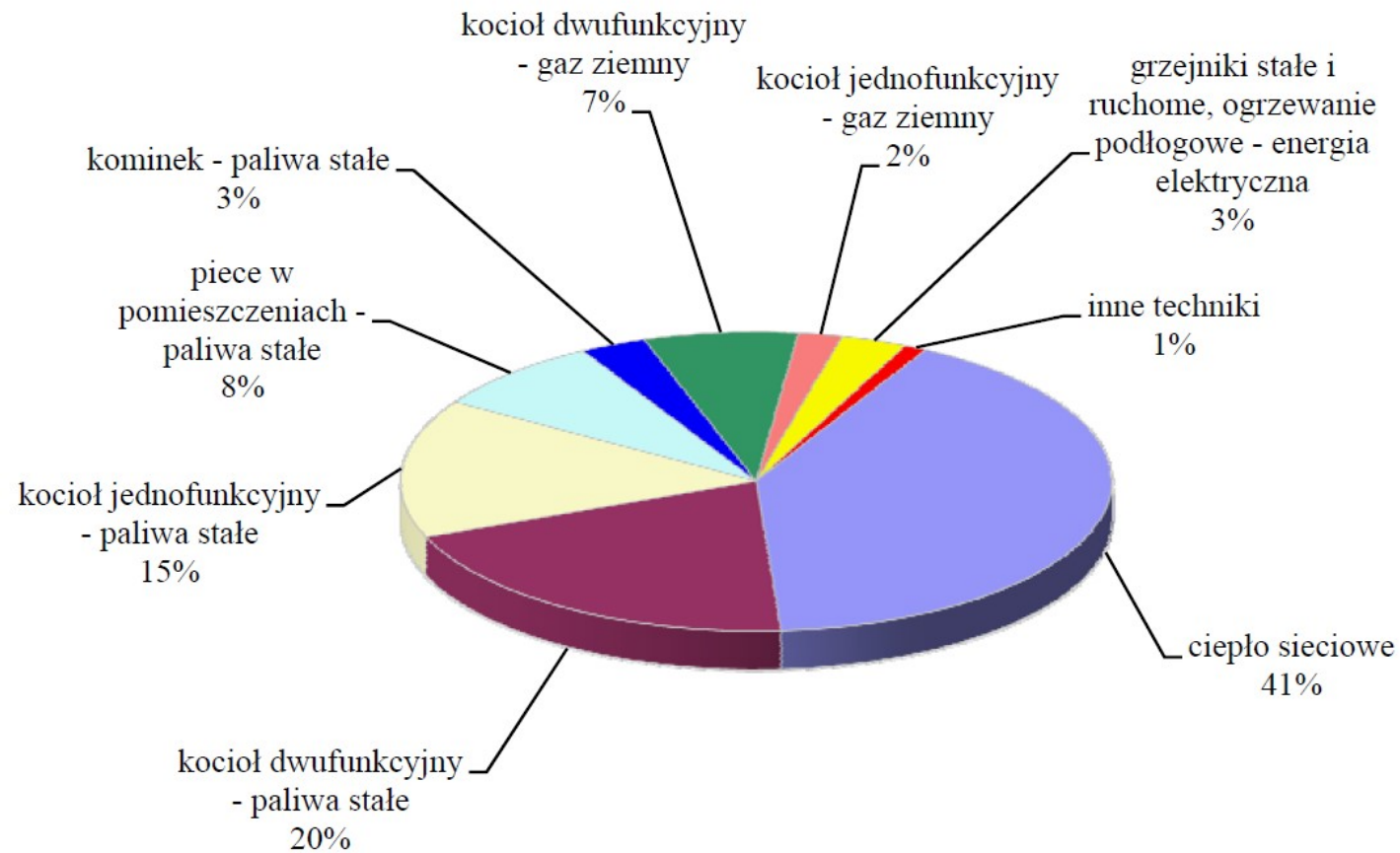


Porównanie zużycia energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w wybranych krajach EU w 2012 roku

Kraj	Zużycie energii elektrycznej w mieszkaniach (ogółem)	Zużycie energii elektrycznej w mieszkaniach na ogrzewanie	Zużycie energii elektrycznej na jedno mieszkanie	Zużycie energii elektrycznej na ogrzewanie i ciepłą wodę na jedno mieszkanie
	TWh	TWh	kWh/mieszk.	toe/mieszk.
Czechy	14,58	2,57	3 547,3	1,23
Niemcy	137,00	8,77	3 583,30	1,31
Polska	28,5	2,27	2 147,17	1,00
Słowacja	4,73	0,43	2 718,11	1,04
Szwecja	43,47	14,18	9 738,11	1,15
Hiszpania	75,10	17,37	4 159,01	0,59
Irlandia	8,12	1,14	4 898,06	1,25
UE-27	828,34	167,95	3 921,74	1,12

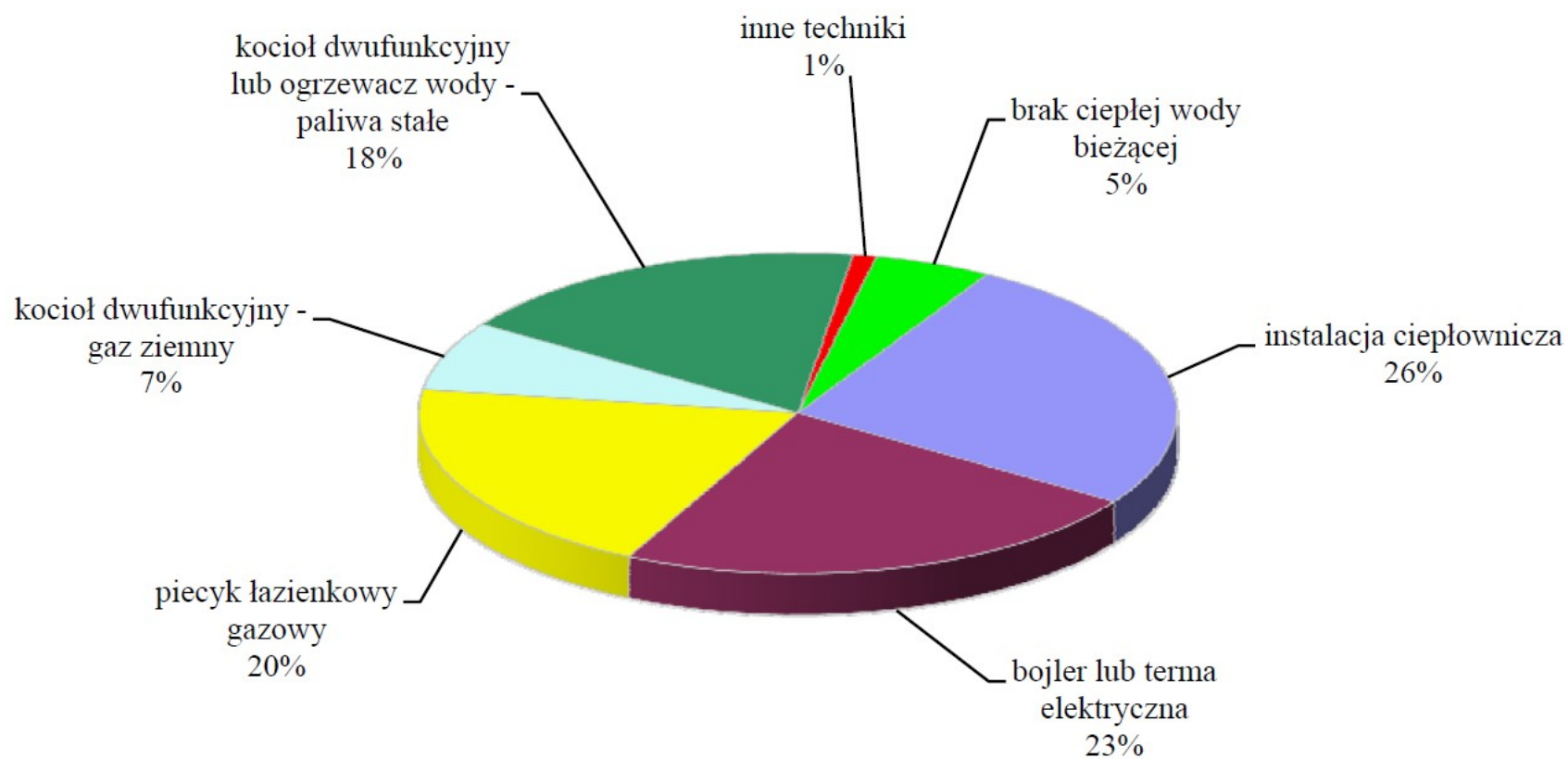
Źródło: Na podstawie: Eurostat. Baza danych <http://ec.europa.eu/eurostat/> oraz Odyssee-Mure Baza danych, www.odyssee-mure.eu

Ogrzewanie pomieszczeń według technik ogrzewania



Źródło: Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 r. (GUS 2014)

Ogrzewanie wody według technik ogrzewania



Źródło: Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 r. (GUS 2014)

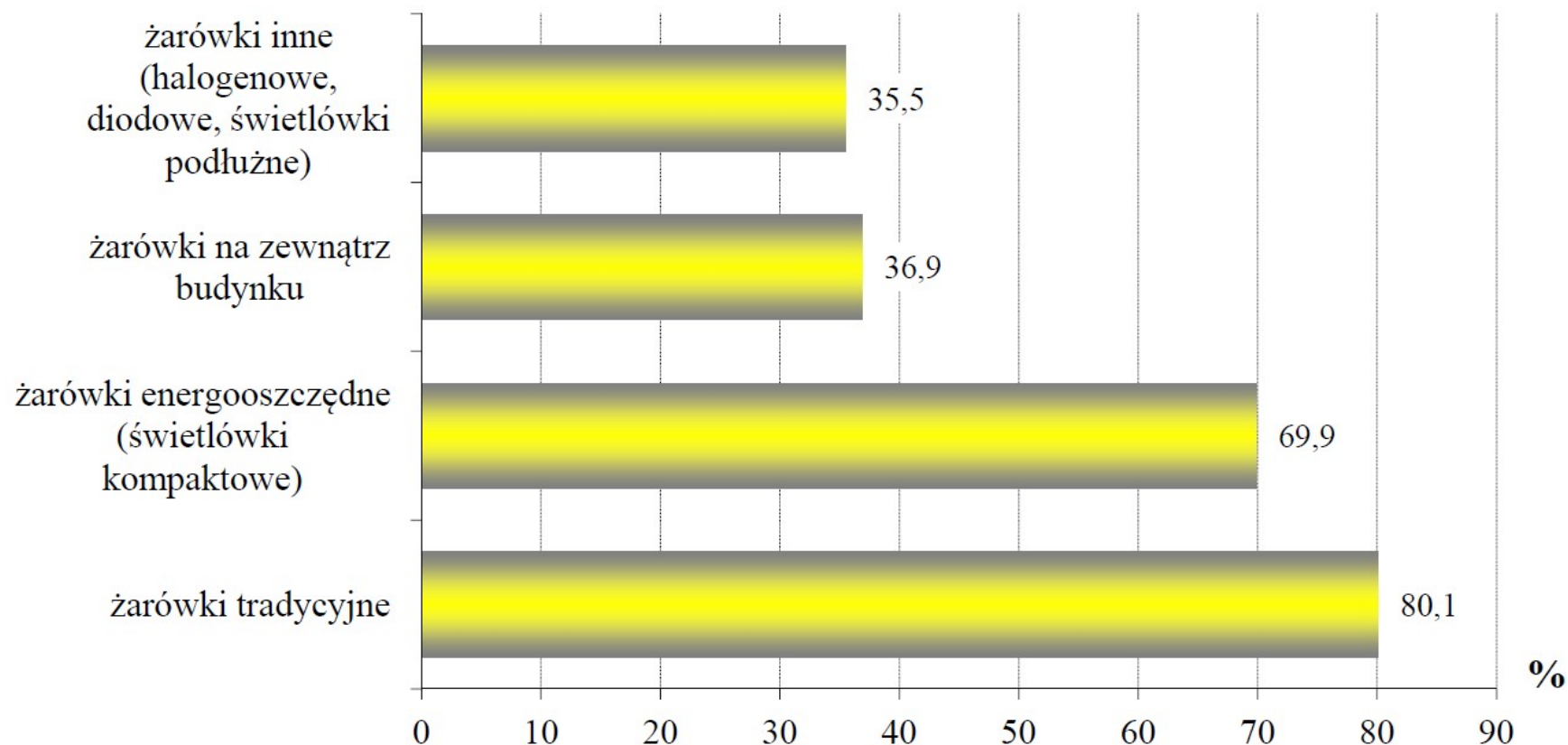
Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania różnych w kotłach małej mocy (<50kW_t)

Zanieczyszczenia	Wskaźniki emisji (g/GJ)					
	Węgiel (a)	Węgiel (b)	Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa (drewno) (a)	Biomasa (drewno) (b)
Dwutlenek siarki	900	450	0,5	140	30	20
Dwutlenek azotu	130	200	70	70	120	150
Dioksyiny i furany	500	40	b.d	10	500	50
Pył TSP	400	80	0,5	5	500	70
Dwutlenek węgla	4000	400	30	40	4000	300
Tlenek węgla	91	95	52	76	88	90

- a) ręcznie zasilane;
 b) automatycznie zasilane paliwem;

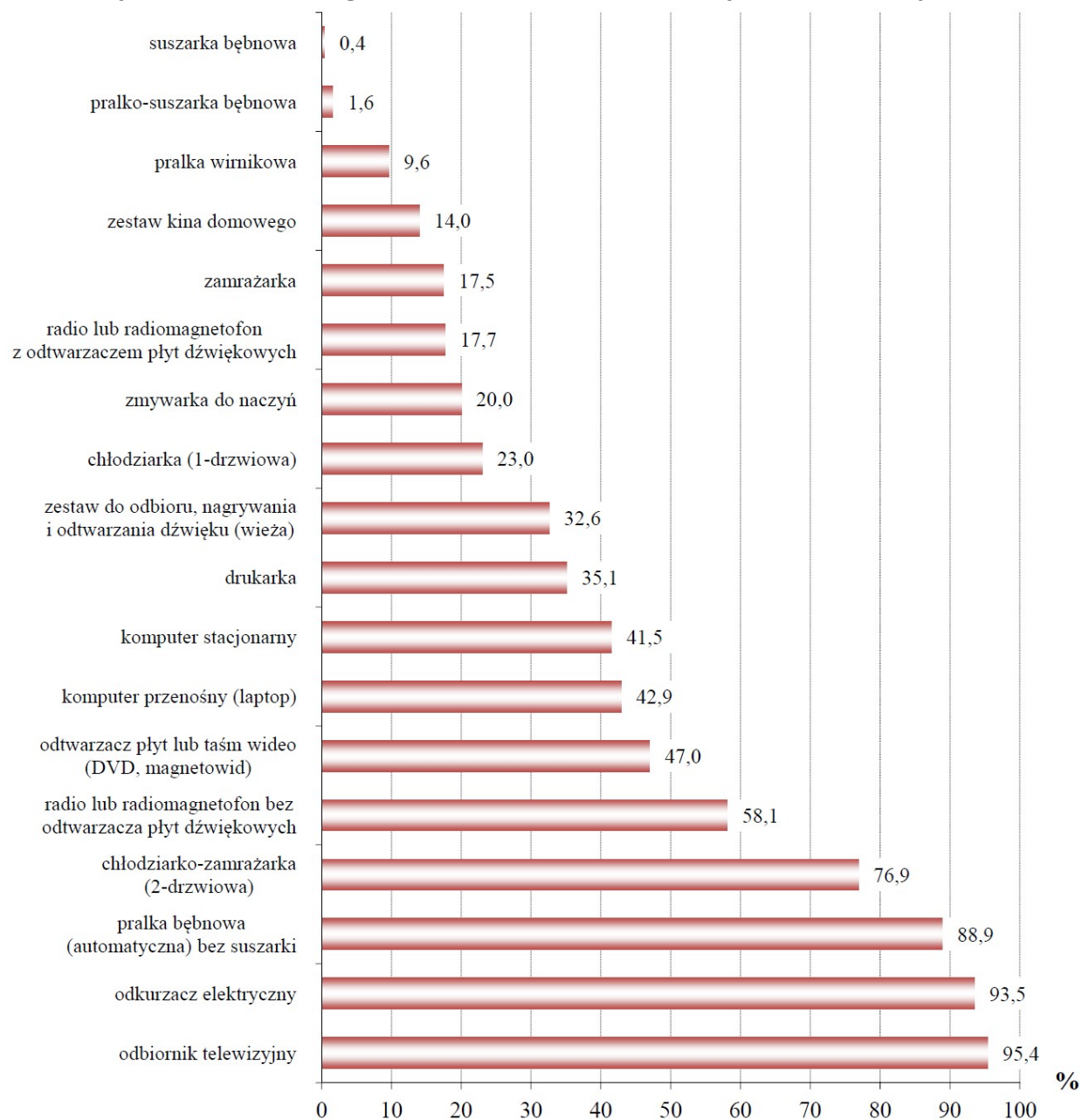
Źródło: Kubica K., Paradiz B., Dilara P., Klimont Z., Kakareka S., Dębski B.: *Small Combustion Installations, Chapter for "Emission Inventory Guidebook"; UNECE TFEIP, 2004 (Updated by Kubica K., and Woodfield M.in 2006), B216-2*

Wyposażenie gospodarstw domowych w żarówki



Źródło: Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 r. (GUS 2014)

Wyposażenie gospodarstw domowych w urządzenia AGD i TV



Źródło: Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 r. (GUS 2014)

Udział urządzeń w poszczególnych klasach efektywności energetycznej

Rodzaje urządzeń	Urządzenia w klasie A	Urządzenia w klasach od B do G	Urządzenia, dla, których brak danych
	w %		
Chłodziarko-zamrażarki	64	9	27
Chłodziarki	37	12	51
Zamrażarki	41	11	47
Pralki automatyczne	64	7	29
Pralko-suszarki	52	9	39
Zmywarki do naczyń	78	4	19
Piekarniki kuchenek elektrycznych	58	7	35
Samodzielne piekarniki elektryczne	56	7	37
Piekarniki kuchenek gazowo-elektrycznych	56	10	34
Żarówki energooszczędne	79	4	17

Źródło: Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 r. (GUS 2014)

Cechy dobrego projektu budynku



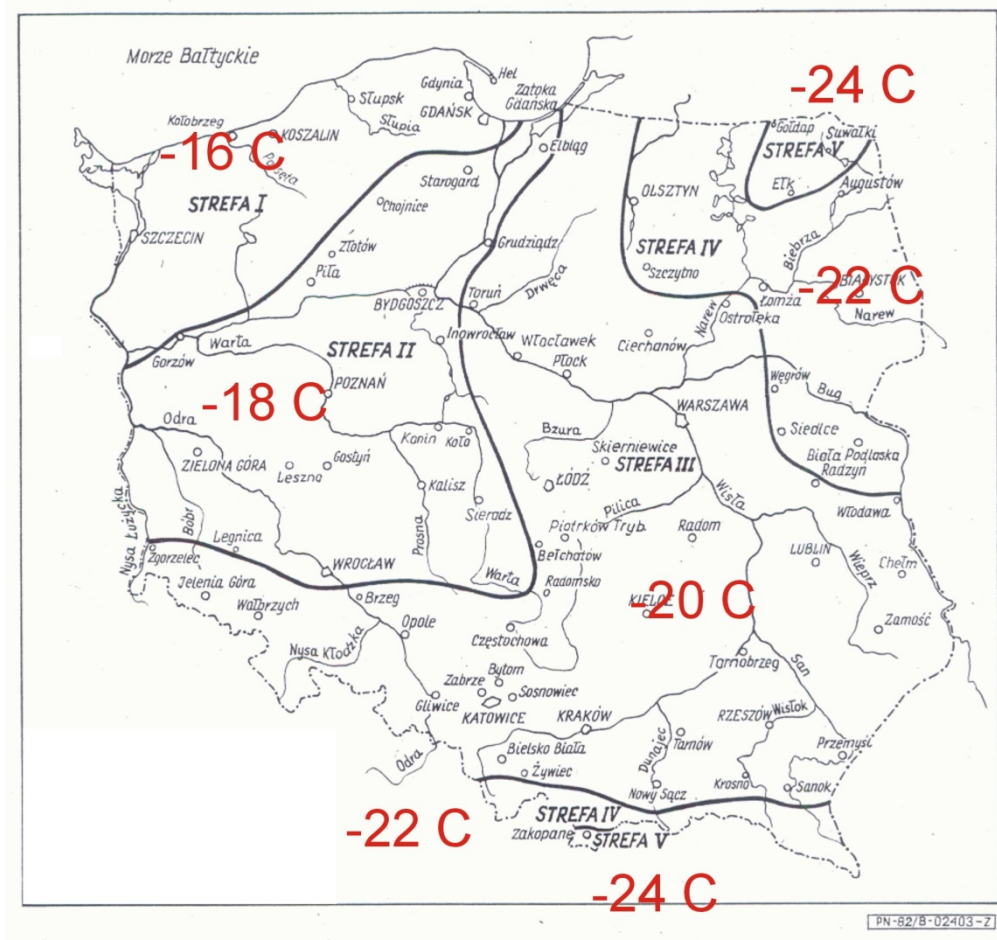
Czynniki mające wpływ na zużycie ciepła w budynku

- lokalizacji budynku w odniesieniu do strefy klimatycznej,
- usytuowania względem stron świata,
- sposobu eksploatacji,
- wyposażenia w różnego rodzaju urządzenia emitujące podczas użytkowania ciepło,
- czynników urbanistycznych, do których należy również miejscowy plan zagospodarowania terenu, determinujących usytuowanie budynku względem stron świata, wysokość, zacielenie od otaczających budynków,
- zieleni i elementów małej architektury,
- przyjętych rozwiązań projektowych.

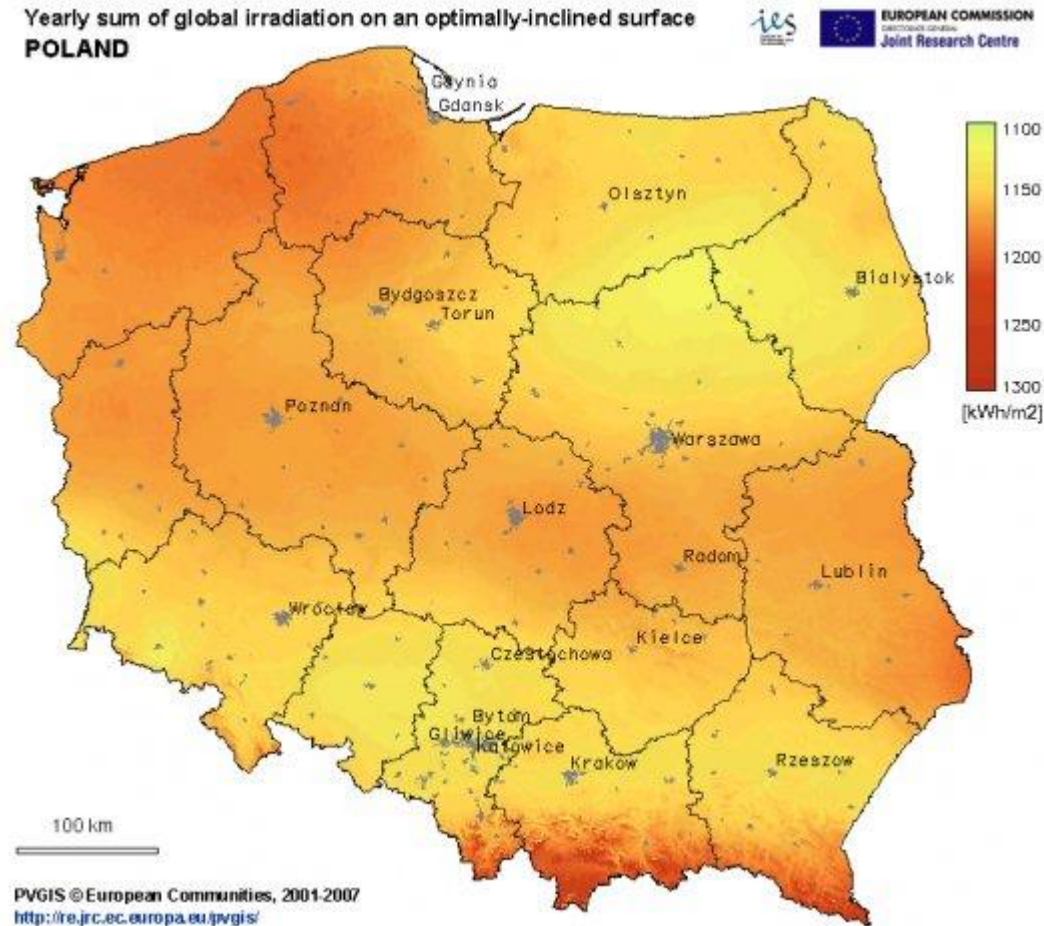
Projektowanie budynku wymaga dostosowania rozwiązań technicznych do panującego klimatu

- minimalne temperatury w zimie, okres występowania oraz czas ich trwania,
- średnią temperaturę w okresie grzewczym,
- dominujące wiatry w okresie grzewczym,
- maksymalne temperatury w okresie letnim, czas trwania oraz okres ich występowania (miesiąc), nachylenie słońca w tym okresie,
- opady i wilgotność,
- temperatury minimalne w lecie oraz w okresach nocnych.

Strefy klimatyczne wg PN



Rozkład średniorocznego nasłonecznienia na terenie Polski



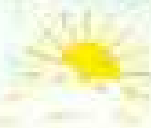
źródło: PVGIS, European Commission, Joint Research Center

Bezchmurne,
niebieskie
niebo



1000 W/m²

Słońce
przebija się
przez
chmury



600 W/m²

Słońce jak
biała szyba



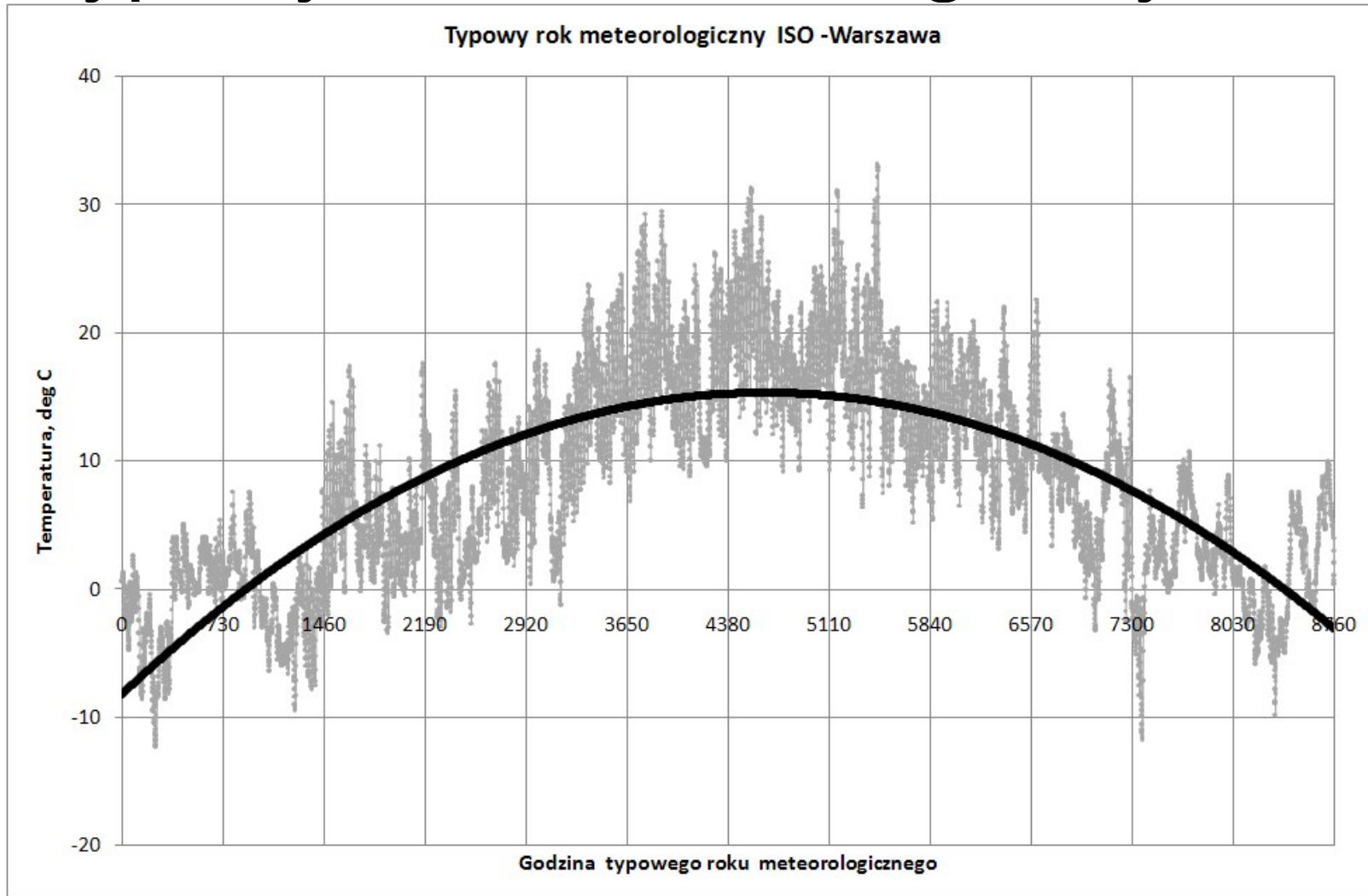
300 W/m²

Pochmurny,
zimowy
dzień

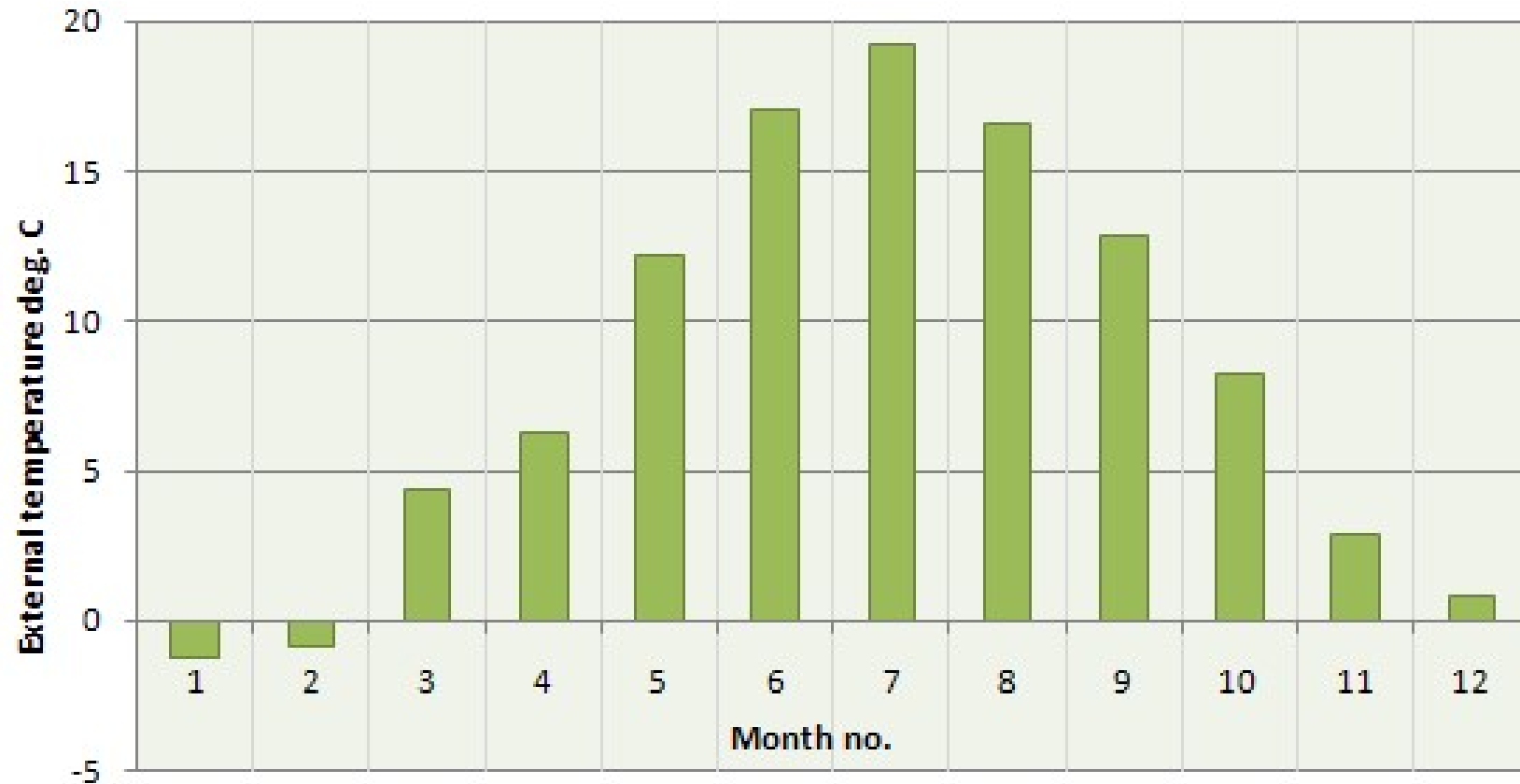


100 W/m²

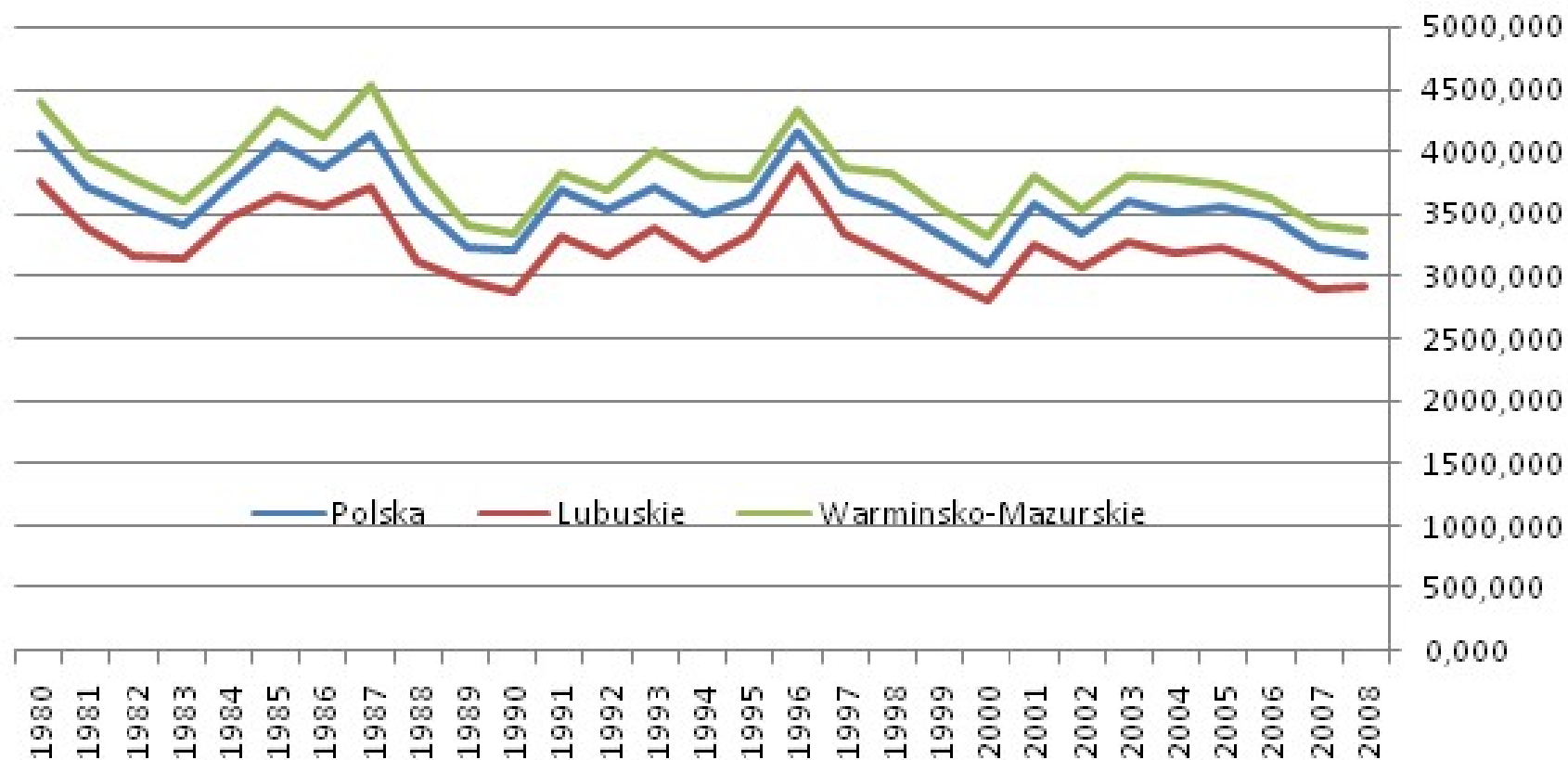
Typowy rok meteorologiczny ISO



Temperatury miesięczne - Warszawa



Wykres zmian „stopniodni” ogrzewania w latach od 1980 do 2008 w Polsce i wybranych województwach (najcieplejszym i najzimniejszym)



Klimat wewnętrzny narzucony jest przez funkcje budynku i poszczególnych pomieszczeń

Do podstawowych czynników (środowiskowych) wpływających na poczucie komfortu lub dyskomfortu człowieka należą:

- temperatura powietrza,
- prędkość powietrza,
- wilgotność względna powietrza,
- czystość powietrza,
- temperatura promieniowania powierzchni,
- asymetria rozkładu temperatury w pomieszczeniu,
- hałas,
- oświetlenie.

Przy projektowaniu budynków energooszczędnych należy pamiętać o podstawowych zasadach dotyczących:

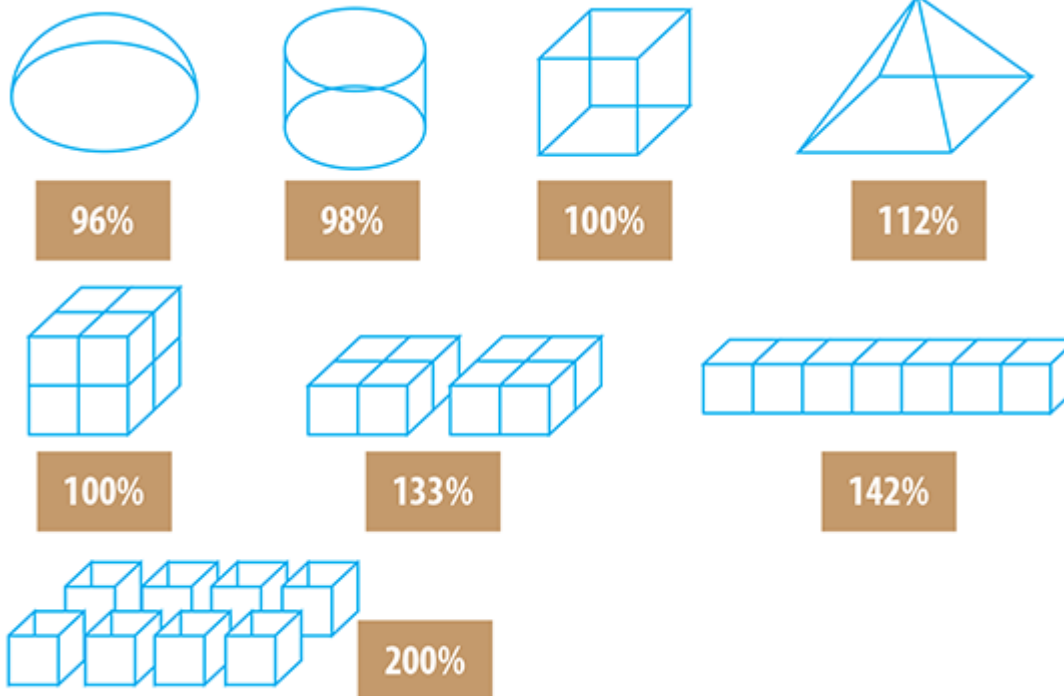
- **Geometrii budynku.** Budynek powinien być zwarty, o odpowiednim rozmieszczeniu stolarki i pomieszczeń wewnątrz budynku.
- **Izolacyjności termicznej przegród zewnętrznych.** Parametry izolacyjne przegród powinny być wyznaczone z uwzględnieniem skutków dla klimatu wewnętrznego w całym roku oraz w oparciu o optymalizację z uwzględnieniem trwałości rozwiązań.
- **Parametrów efektywności energetycznej przegród przezroczystych.** Przegrody przezroczyste powinny charakteryzować się optymalną izolacyjnością termiczną oraz zmiennymi parametrami przepuszczalności energii słonecznej.
- **Szczelności budynku.** Budynki powinny być szczelne, co pozwala eliminować niekontrolowane straty ciepła przez przecieki powietrza.
- **Wentylacji.** Wentylacja hybrydowa, mechaniczna z odzyskiem ciepła współpracująca z wymiennikiem gruntowym.

Przy projektowaniu budynków energooszczędnych należy pamiętać o podstawowych zasadach dotyczących:

- **Systemu grzewczego.** Wysokosprawny system grzewczy umożliwiający wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych.
- **Systemu chłodniczego.** Minimalizacja energii na chłodzenie przez wykorzystanie Free Cooling¹ czy pompy ciepła.
- **Pojemności cieplnej.** Projektowanie budynków z uwzględnieniem pojemności cieplnej.
- **Inteligentnego zarządzania energią i budynkiem.** Zarządzanie energią i budynkiem powinno umożliwiać wykorzystanie energii z OZE w pierwszej kolejności, odpowiednio dostosowując pracę systemu do charakterystyki energetycznej budynku z uwzględnieniem pojemności cieplnej.
- **Zielenią wokół i na budynku.** Budynek wykorzystujący zieleni zewnętrzną i wewnętrzną wspomagającą efektywność energetyczną budynku oraz poprawiającą klimat wewnętrzny.
- **Energią odnawialną produkującą energię dla potrzeb budynku lub do sieci.** Produkcja energii elektrycznej z OZE na budynku lub w pobliżu, umożliwiającego zbilansowanie energetyczne dostarczanej i pobieranej z sieci energii.

¹ Free Cooling jest systemem pozwalającym na wytwarzanie schłodzonej wody bez angażowania sprężarek chłodniczych, a wykorzystującym tylko niską temperaturę powietrza zewnętrznego w chłodnych porach roku.

Geometria budynku



Współczynnik kształtu budynku A/V to stosunek:

A - pola powierzchni **wszystkich przegród**, oddzielających część ogrzewaną budynku od powietrza zewnętrznego, gruntu i przyległych pomieszczeń nie ogrzewanych, liczona po obrysie zewnętrznym [m²].

V – **kubatura ogrzewanej części budynku**, pomniejszona o podcienie, balkony, loggie, galerie itp. liczona po obrysie budynku [m³]. Jednostką współczynnika kształtu budynku jest 1/m.

Optymalna bryła domu - schematy pokazują, jak wraz ze zmianą kształtu zmienia się zapotrzebowanie na energię. Im większa wartość, tym budynek bardziej energochłonny,

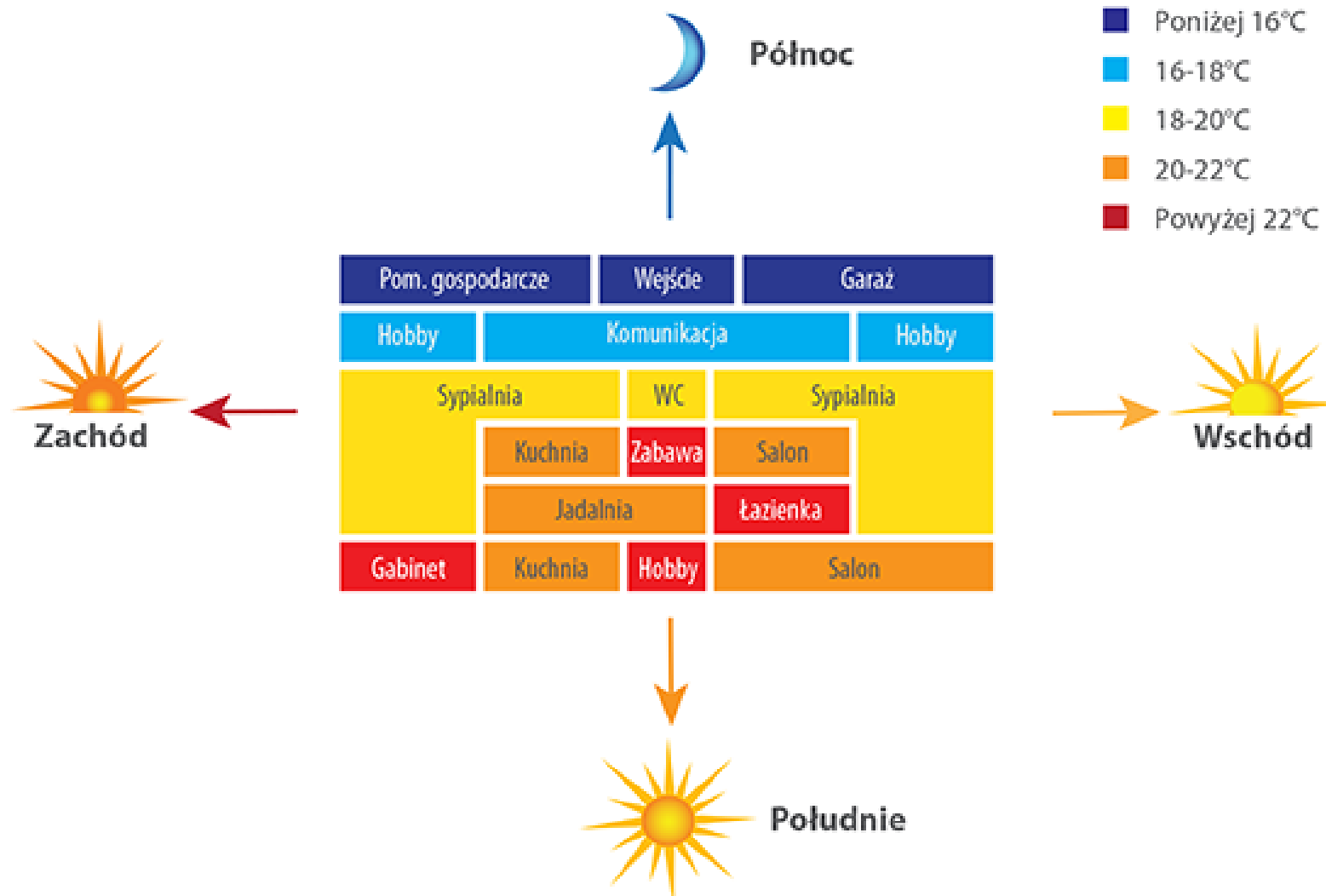
Źródło: Hegger, Fuchs, Stark, Zeumer: „Energy Manual Sustainable Architecture”

Strefowanie temperaturowe

- 22-24°C – łazienka,
 - 20-22°C – pokoje dzienne, salon,
 - 18-20°C – kuchnia, sypialnie,
 - 16-18°C – korytarz, przedpokój,
 - 12-15°C – pomieszczenia gospodarcze (spizarnia, pralnia),
 - 4-8°C – garaż, kotłownia.

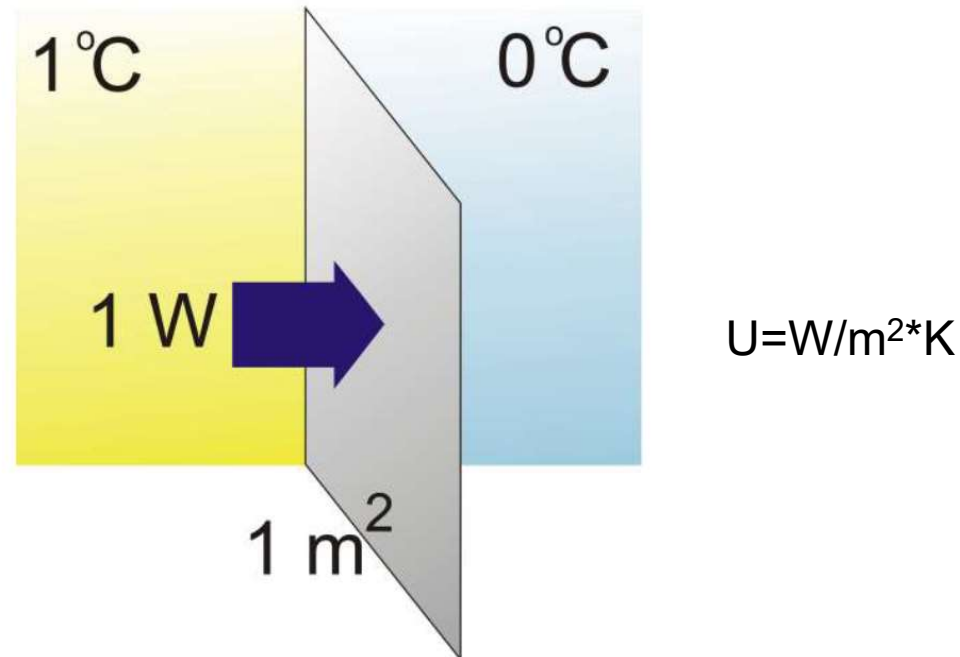
Temperatura utrzymywana w pomieszczeniach

- Poniżej 16°C
- 16-18°C
- 18-20°C
- 20-22°C
- Powyżej 22°C



Izolacja cieplna przegród

Miarą izolacyjności cieplnej przegród jest charakteryzująca je wartość **współczynnika przenikania ciepła U**.



Współczynnik przenikania ciepła przegrody zależy od oporu cieplnego poszczególnych materiałów konstrukcyjnych i izolacyjnych R , a tym samym zależy od współczynnika przewodzenia ciepła λ .

Im mniejszy współczynnik przewodzenia ciepła materiału, tym izolacyjność cieplna większa.

Obliczanie wartości współczynnika U

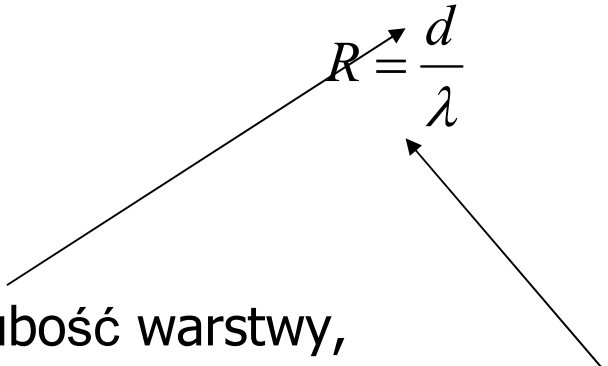
- Metoda podana w PN EN ISO 6946 ma zastosowanie w odniesieniu do przegród zbudowanych z jednorodnych (quasi jednorodnych) cieplnie warstw

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_i R + R_{se}}$$

- ▲ opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni, 0,13 m²·K/W – ściany 0,10 m²·K/W - dachy,
- ▲ suma oporów cieplnych warstw przegrody,
- ▲ opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni, 0,04 m²·K/W.

Opór cieplny warstwy jednorodnej cieplnie

- Projektowy opór cieplny R oblicza się wg wzoru:

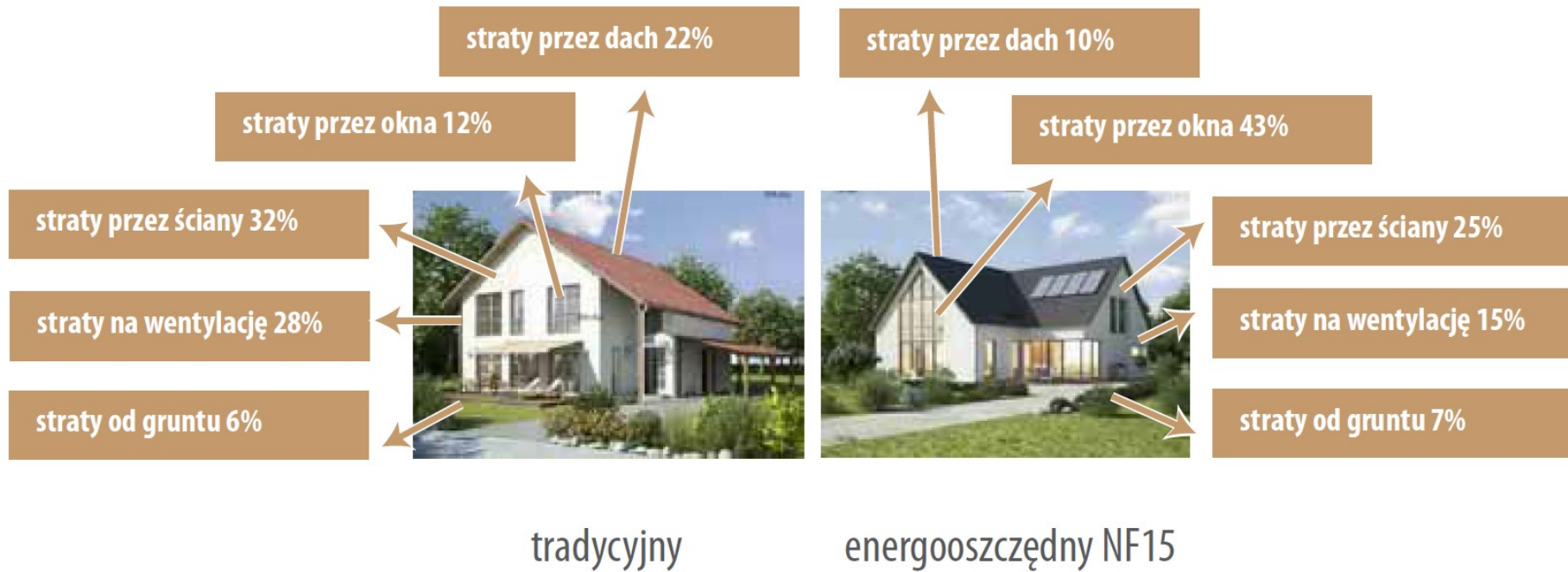
$$R = \frac{d}{\lambda}$$


- grubość warstwy,
- projektowa (obliczeniowa) wartość współczynnika przewodzenia ciepła warstwy jednorodnej

Przewodność cieplna materiałów budowlanych

- Dobra - metale: stopy aluminium 160 W/(m·K), stal zwykła 50 W/(m·K), nierdzewna 17 W/(m·K), lity kamień około 3 W/(m·K), beton zbrojony 2,5 W/(m·K); szkło 1,0 W/(m·K)
- Izolatory - polimery konstrukcyjne: tworzywa sztuczne stosowane jako przekładki termiczne, np. poliamid zbrojony włóknem szklanym 0,3 W/(m·K), PVC - 0,17 W/(m·K), uplastyfikowane PVC 0,14 W/(m·K); kauczuk syntetyczny EPDM 0,25 W/(m·K), silikon, butyl itp. około 0,20 - 0,35 W/(m·K), drewno od 0,10 do 0,18 W/(m·K), lekkie betony komórkowe, ceramika poryzowana - wartości wg deklaracji producentów
- Izolacje cieplne - styropiany EPS i XPS oraz wełna mineralna: od około 0,035 do 0,045 W/(m·K) - wg deklaracji producentów, pianki PUR, PIR od 0,020 do 0,025 W/(m·K) - wg deklaracji producentów

Straty ciepła w budynkach



Warunki Techniczne – WT 2014

- obowiązujące od 1.1.2014 r.:
 - zmiana sposobu stawiania wymagań: U_{\max}
 $/EP_{\max}$
 - podanie wymagań w odniesieniu do budynków przebudowywanych
 - nowe wymagania dotyczące instalacji w budynku, ochrony przed przegrzewaniem latem, zalecenia dotyczące sprawdzeń szczelności powietrznej obudowy



Tablica 1a. Wymagania w odniesieniu do zapotrzebowania budynków na energię obowiązujące od 1 stycznia 2014 r.

Rodzaj budynku	Częstkowe maksymalne wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, kWh/(m ² ·rok)		
	ogrzewanie pomieszczeń i przygotowanie ciepłej wody użytkowej	chłodzenie ¹⁾	oświetlenie wbudowane
Mieszkalny jednorodzinny	120	$10 \cdot A_{f,c}/A_f$	nie dotyczy
Mieszkalny wielorodzinny	105	$10 \cdot A_{f,c}/A_f$	nie dotyczy
Zamieszkania zbiorowego	95	$25 \cdot A_{f,c}/A_f$	50 dla $t_0 < 2500$ h/rok 100 dla $t_0 \geq 2500$ h/rok
Użyteczności publicznej (z wyłączeniem opieki zdrowotnej)	65		
Opieki zdrowotnej	390		
Gospodarczy, magazynowy, produkcyjny	110		
$A_{f,c}$ – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, w m ² A_f – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, w m ² t_0 – czas działania oświetlenia w ciągu roku, w h/rok 1) – dotyczy budynków z instalacją chłodzenia			



Tablica 1b. Wymagania w odniesieniu do zapotrzebowania budynków na energię obowiązujące od 1 stycznia 2017 r.

Rodzaj budynku	Częstkowe maksymalne wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, kWh/(m ² ·rok)		
	ogrzewanie pomieszczeń i przygotowanie ciepłej wody użytkowej	chłodzenie ¹⁾	oświetlenie wbudowane
Mieszkalny jednorodzinny	95	$10 \cdot A_{f,c}/A_f$	nie dotyczy
Mieszkalny wielorodzinny	85	$10 \cdot A_{f,c}/A_f$	nie dotyczy
Zamieszkania zbiorowego	85	$25 \cdot A_{f,c}/A_f$	50 dla $t_0 < 2500$ h/rok 100 dla $t_0 \geq 2500$ h/rok
Użyteczności publicznej (z wyłączeniem opieki zdrowotnej)	60		
Opieki zdrowotnej	290		
Gospodarczy, magazynowy, produkcyjny	90		
$A_{f,c}$ – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, w m ² A_f – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, w m ² t_0 – czas działania oświetlenia w ciągu roku, w h/rok 1) – dotyczy budynków z instalacją chłodzenia			



Tablica 1c. Wymagania w odniesieniu do zapotrzebowania budynków na energię obowiązujące od 1 stycznia 2021 r. i 1 stycznia 2019 r. w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością

Rodzaj budynku	Częstkowe maksymalne wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, kWh/(m ² ·rok)		
	ogrzewanie pomieszczeń i przygotowanie ciepłej wody użytkowej	chłodzenie ¹⁾	oświetlenie wbudowane
Mieszkalny jednorodzinny	70	$5 \cdot A_{f,c}/A_f$	nie dotyczy
Mieszkalny wielorodzinny	65	$5 \cdot A_{f,c}/A_f$	nie dotyczy
Zamieszkania zbiorowego	75	$25 \cdot A_{f,c}/A_f$	25 dla $t_0 < 2500$ h/rok 50 dla $t_0 \geq 2500$ h/rok
Użyteczności publicznej (z wyłączeniem opieki zdrowotnej)	45		
Opieki zdrowotnej	190		
Gospodarczy, magazynowy, produkcyjny	70		
$A_{f,c}$ – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, w m ² A_f – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, w m ² t_0 – czas działania oświetlenia w ciągu roku, w h/rok 1) – dotyczy budynków z instalacją chłodzenia			

Tablica 2. Wymagania w odniesieniu do izolacyjności cieplnej przegród

Rodzaj przegrody	Maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła, $W/m^2 \cdot K$		
	od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r. ¹⁾
Ściany zewnętrzne:			
$t_i \geq 16^\circ C$	0,25	0,23	0,20
$8^\circ C \leq t_i < 16^\circ C$	0,45		
$t_i < 8^\circ C$	0,90		
Ściany wewnętrzne:			
oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,30		
$\Delta t_i \geq 8^\circ C$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1,0		
Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych:			
o szerokości powyżej 5 cm	0,70		
o szerokości do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokości co najmniej 20 cm	1,0		

Rodzaj przegrody	Maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła, W/m ² ·K		
	od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r ¹⁾
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:			
$t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,20	0,18	0,15
$8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30		
$t_i < 8^\circ\text{C}$	0,70		
Podłogi na gruncie:			
$t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,30		
$8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	1,2		
$t_i < 8^\circ\text{C}$	1,5		
Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi:			
$t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25		
$8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30		
$t_i < 8^\circ\text{C}$	1,0		
Stropy nad ogrzewanymi pomieszczeniami podziemnymi i stropy międzykondygnacyjne:			
$\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$	1,0		

Rodzaj przegrody	Maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła, W/m ² ·K		
	od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r. ¹⁾
Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:			
$t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,3	1,1	0,9
$t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	1,4
Okna w ścianach wewnętrznych przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielających pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego:			
	1,5	1,3	1,1
Okna połaciowe:			
$t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,5	1,3	1,1
$t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	1,4
Drzwi w przegrodach zewnętrznych:			
	1,7	1,5	1,3
t_i - obliczeniowa temperatura w pomieszczeniu według warunków technicznych			

Tablica 2. Wymagania w odniesieniu do izolacyjności cieplnej wyposażenia technicznego budynków

Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej w odniesieniu do materiału o współczynniku przewodzenia ciepła 0,035 W/(m·K)
Przewód (rura) o średnicy wewnętrznej:	
do 22 mm	20 mm
od 22 do 35 mm	30 mm
od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
ponad 100 mm	100 mm
Przewody i armatura jw. przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	50% wymagań jw.
Przewody <u>ogrzewania</u> centralnych, przewody ciepłej wody i cyrkulacji wody ciepłej użytkowej, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	50% wymagań jw.
Przewody jw. ułożone w podłodze	6 mm
Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części ogrzewanej budynku)	40 mm
Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części nieogrzewanej budynku)	80 mm
Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku	50% wymagań jw. w odniesieniu do rur
Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku	100 % wymagań jw. w odniesieniu do rur

Izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych w budynku jest zależna od:

- prawidłowego ułożenia izolacji cieplnej, zwłaszcza w aspekcie zredukowania wpływu mostków cieplnych;
- liczby otworów okiennych i drzwiowych.

Systemy przeciwsłoneczne w budynkach

Systemy powinny zapewnić:

- zapewnić ochronę przed nadmiarem insolacji słonecznej (nasłonecznieniem) podczas lata,
- umożliwiać insolację słoneczną (podczas zimy oraz okresów przejściowych),
- podwyższać komfort przebywania ludzi,
- wpuścić do pomieszczenia promienie słoneczne,
- utrzymać chłód podczas sezonu letniego

Dom energooszczędny

rośliny osłaniające dom od północy przed silnym wiatrem

ciepło oddawane do pomieszczeń z nagrzanej ściany

ściana akumulująca promieniowanie słoneczne

osłona chroniąca pomieszczenia przed przegrzaniem latem

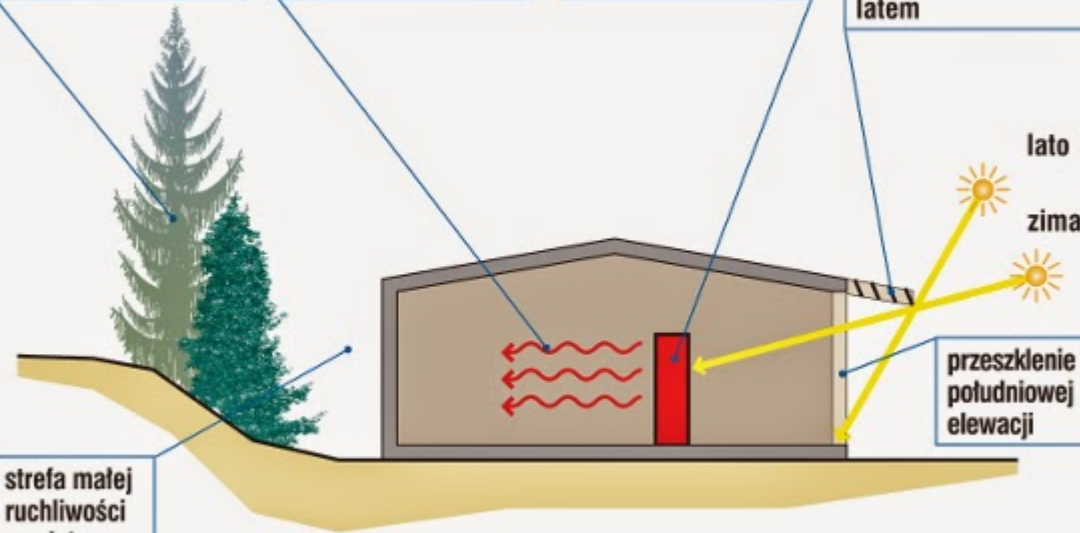
strefa małej ruchliwości powietrza

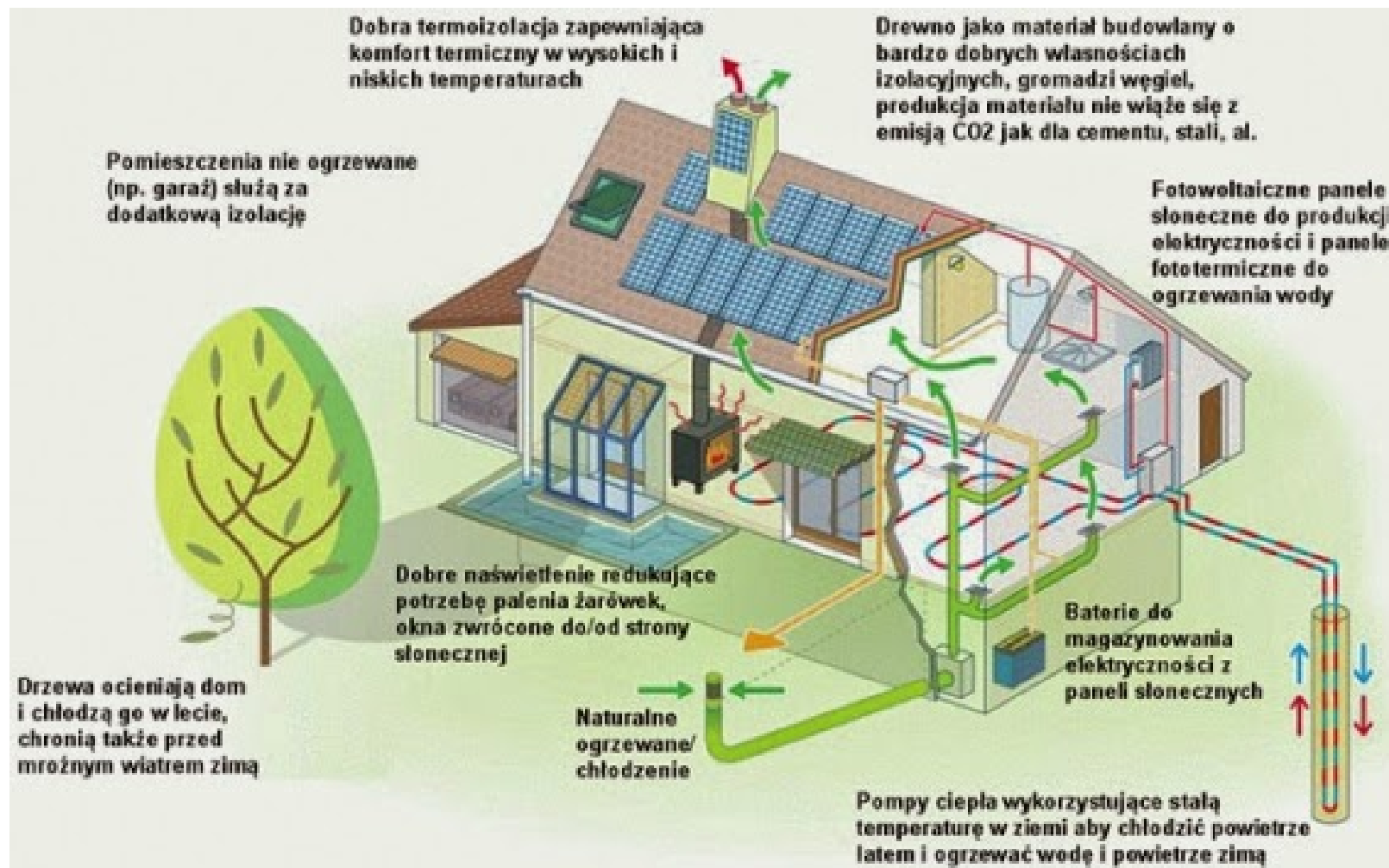
przeszklenie południowej elewacji

lato

zima

Dom otwarty na południe, izolowany od północy – pozyskuje energię słoneczną, minimalizuje straty energii





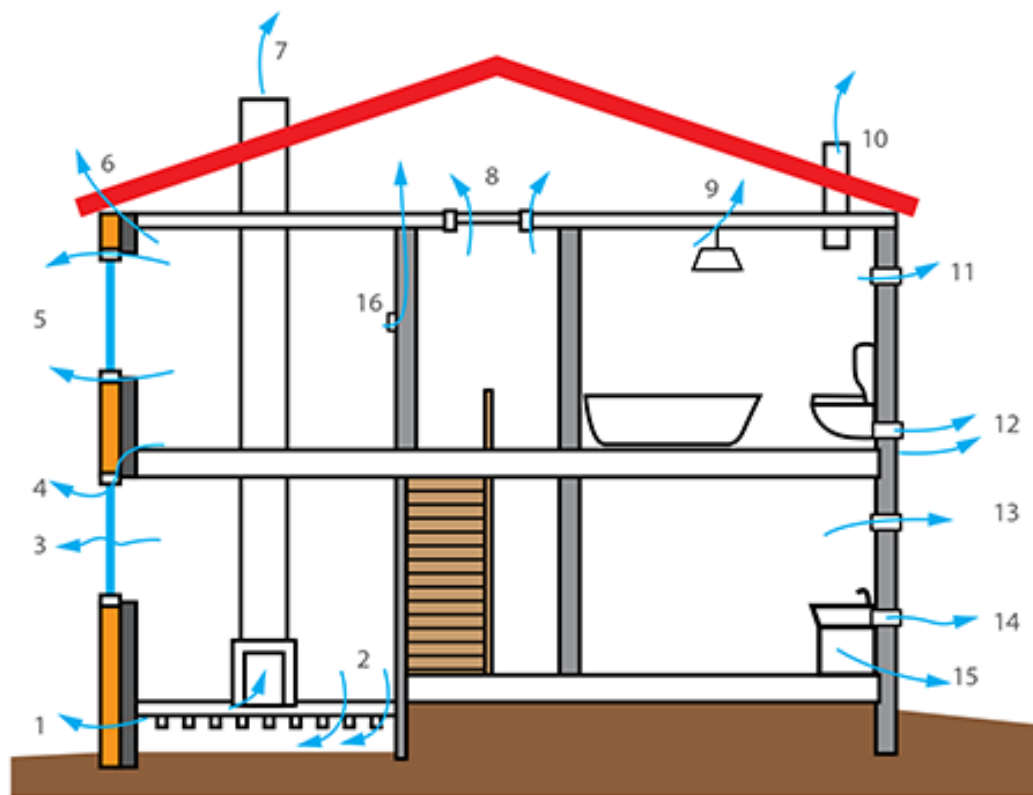
Szczelność powietrzna

Istotna pod kątem oszczędności energii jest odpowiednia szczelność budynku. Szczelność wyraża się przy pomocy współczynnika n_{50} , który oznacza krotność ilości powietrza, jaka zostanie wymieniona w kubaturze budynku podczas różnicy ciśnień wewnątrz i na zewnątrz budynku wynoszącej 50 Pa

W zakresie szczelności powietrznej istotne są:

- przerwy w powłoce budynku powstałej na skutek przejść instalacyjnych,
- zwieńczenia ścian szczytowych przy połączeniu z elementami konstrukcyjnymi połaci dachowej (krokwie, murłaty itp.),
- elementy dachowe (dachówki, płyty pokrycia dachowego),
- przejścia instalacji sanitarnych w piwnicy lub na poddaszu,
- osadzenie drzwi,
- osadzenie okien,
- instalacje elektryczne w dachu i przy powierzchniach ścian zewnętrznych.

Typowe miejsca występowania nieszczelności w budynku



1. *Kratki wentylacyjne pod podłogą wentylowaną,*
2. *Obwód podłogi wentylowanej,*
3. *Nieszczelne okna,*
4. *Połączenie stropu ze ścianą zewnętrzną,*
5. *Obwód okna,*
6. *Połączenie dachu ze ścianą zewnętrzną,*
7. *Przewody spalinowe,*
8. *Obwód wyłazu,*
9. *Przebicia przez instalacje elektryczne,*
10. *Przebicia dachu,*
11. *Wentylacja łazienki – na obwodzie kratki wentylacyjnej,*
12. *Przebicie ściany przez rury,*
13. *Okap w kuchni,*
14. *Przebicia ściany przez przyłącza instalacyjne,*
15. *Połączenie podłogi na gruncie ze ścianą zewnętrzną,*
16. *Gniazdka, puszki i włączniki elektryczne.*

Szczelność powietrzna obudowy

Strumień powietrza infiltrującego przez nieszczelności, dla budynków istniejących można przyjąć:

- dla budynku poddanego próbie szczelności n_{50} (h^{-1} przy 50 Pa)

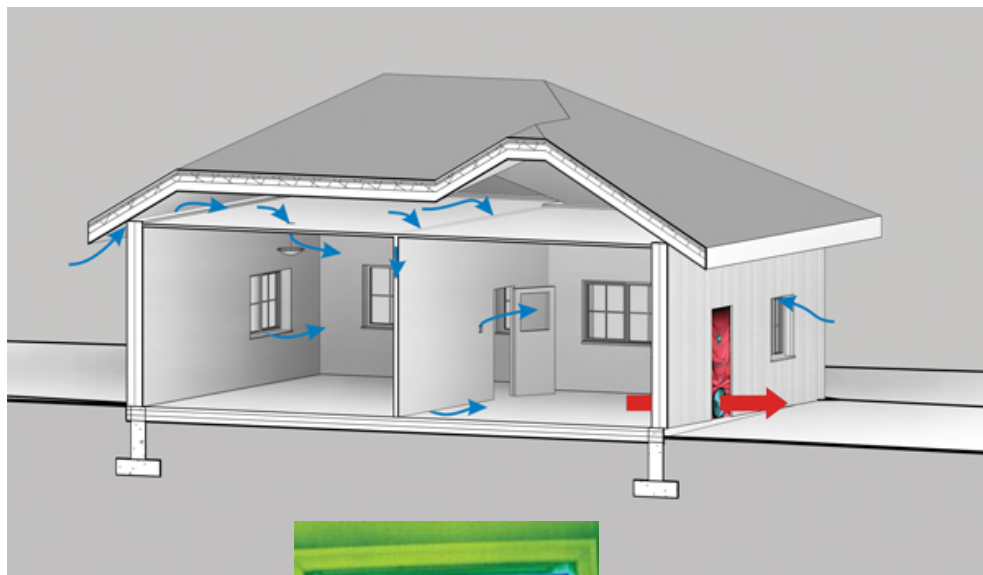
$$V_{\text{inf}} = 0,05 \cdot n_{50} \cdot \text{Kubatura wentylowana} / 3600 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

- dla budynku bez próby szczelności

$$V_{\text{inf}} = 0,2 \cdot \text{Kubatura wentylowana} / 3600 \quad \text{m}^3/\text{s}$$



Zasada przeprowadzania testu szczelności powietrznej budynku – przykład pomiaru dla podciśnienia



Lokalizacja nieszczelności z zastosowaniem kamery termograficznej



Lokalizacja nieszczelności z zastosowaniem termoanemometru

Wymiana powietrza w budynku

- Wywołana jest różnicą ciśnienia spowodowanego:
 - działaniem wiatru
 - wyporem termicznym
 - działaniem wentylatorów mechanicznych
- Przez nieszczelności w obudowie (filtracja, infiltracja) oraz elementy systemu wentylacji (nawiew-wywiew)

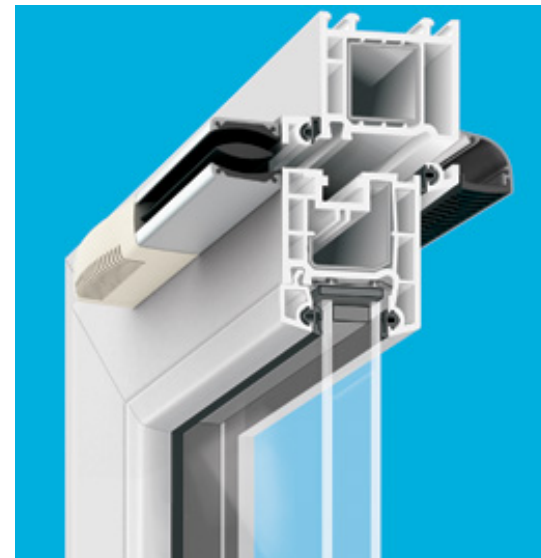
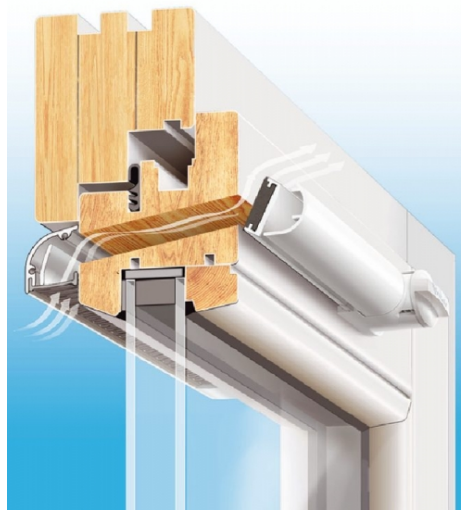
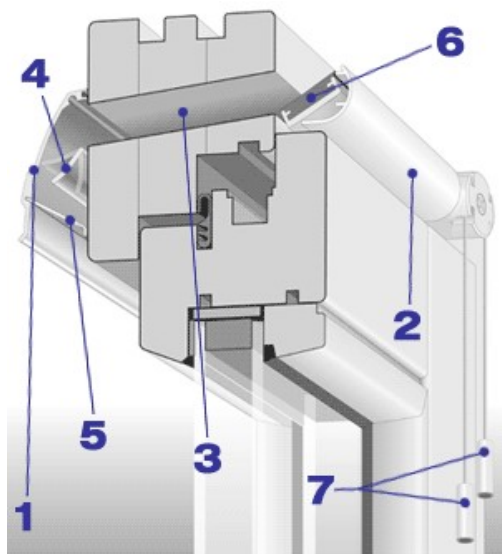
Sposoby wymiany powietrza w budynku

- Wentylacja grawitacyjna, naturalna, infiltracja przez obudowę – pasywna energetycznie, ale intensywność wentylacji zależna od czynników zew.
- Wentylacja mechaniczna wywiewna, nawiewna, nawiewno-wywiewna, z wymiennikiem odzyskującym ciepło z powietrza wywiewanego, i ew. wstępnym podgrzaniem w wymienniku gruntowym
- Wentylacja hybrydowa (naturalna + mechaniczna wywiewna)

Strumień objętości powietrza wentylacyjnego

- 70 m³/h - pomieszczenie kuchenne, kuchnia gazowa
- 50 m³/h - pomieszczenie kuchenne, kuchnia elektryczna
- 50 m³/h – łazienka
- 30 m³/h – wydzielony WC
- 15 m³/h – pomieszczenie bezokienne (np. garderoba)
- w budynku użyteczności publicznej 20 m³/h na osobę,
30 m³/h na osobę w pomieszczeniach klimatyzowanych lub wentylowanych o nieotwieralnych oknach

Nawiewniki powietrza do pomieszczeń – wentylacja naturalna, mech. wywiewna, hybrydowa



źródło: www.muratorplus.pl

źródło: www.brevis.com.pl



nawiewnik ścienny Aereco

Kratki wywiewne – wentylacja naturalna, mech. wywiewna, hybrydowa

Źródło: www.aereco.com.pl

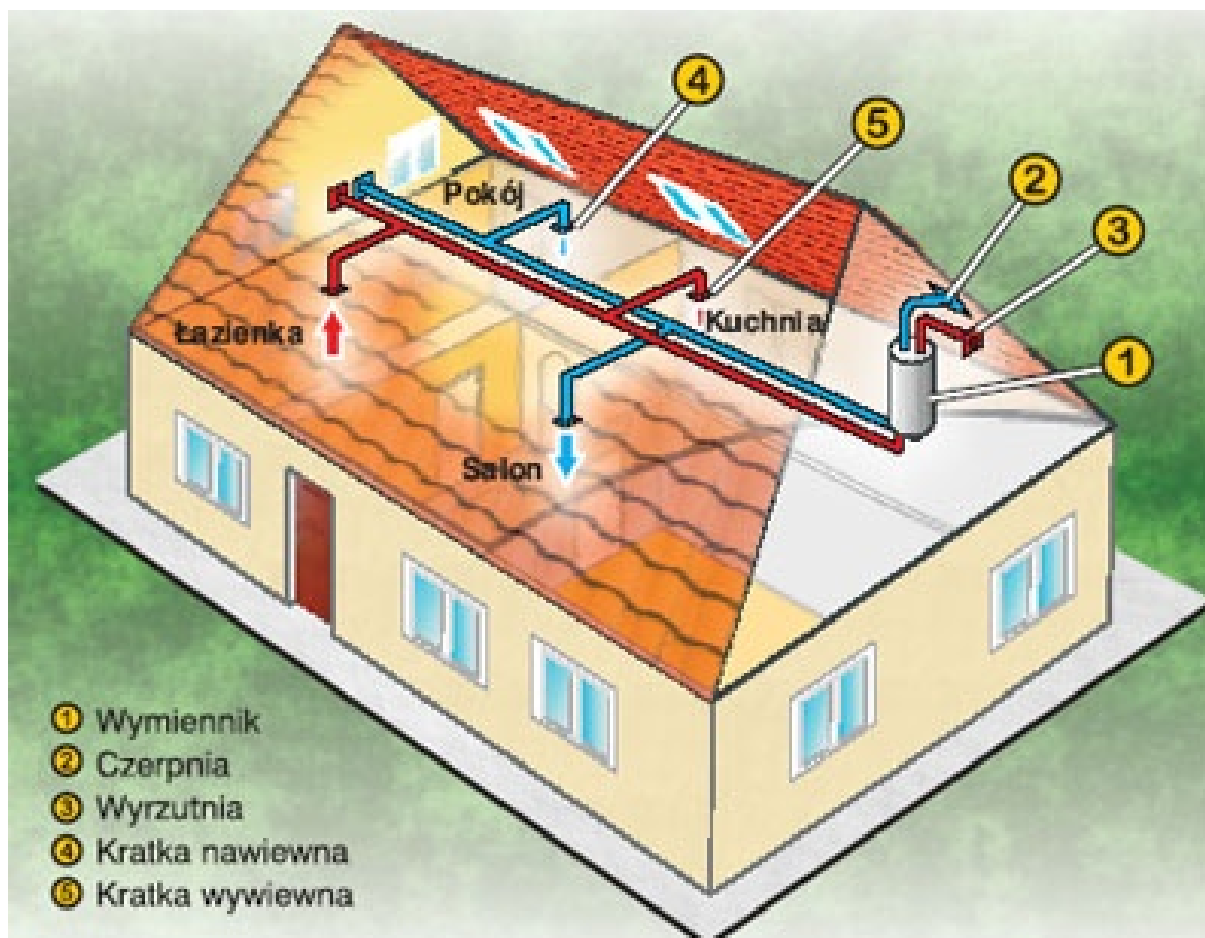
	<p>BXC wielofunkcyjna higrosterowana</p> 
<p>BXL higrosterowana z opcją przepływu maksymalnego</p> 	<p>BXS higrosterowana z czujnikiem ruchu</p> 
<p>TDA z czujnikiem obecności</p> 	<p>GHN higrosterowana do wentylacji grawitacyjnej</p> 

Nasady kominowe, wentylatory dachowe – wentylacja naturalna, mech. wywiewna, hybrydowa



źródło: www.darco.com.pl/

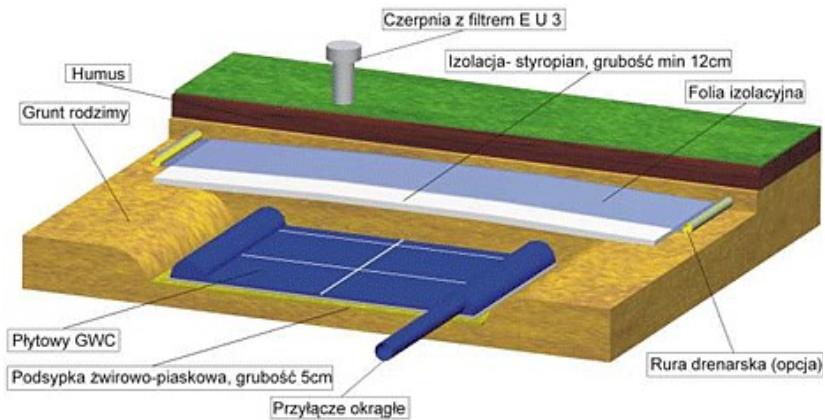
Nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła



www.klimatyzacja.pl

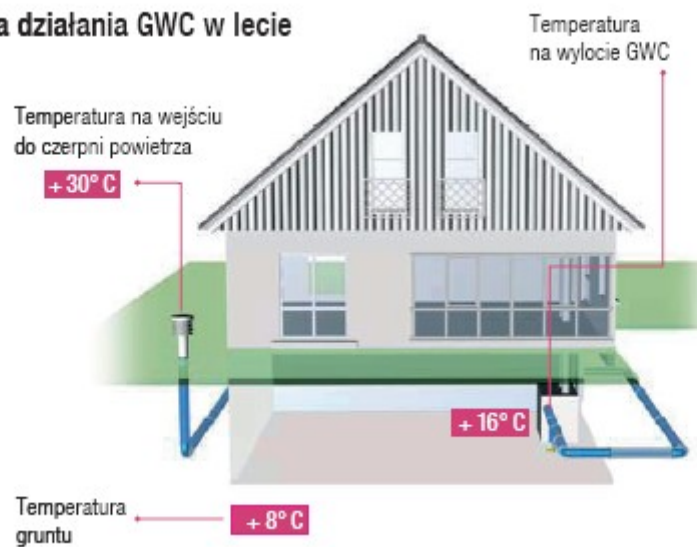


PRZEKRÓJ PRZEZ WYMIENNIK PROVENT-GEO

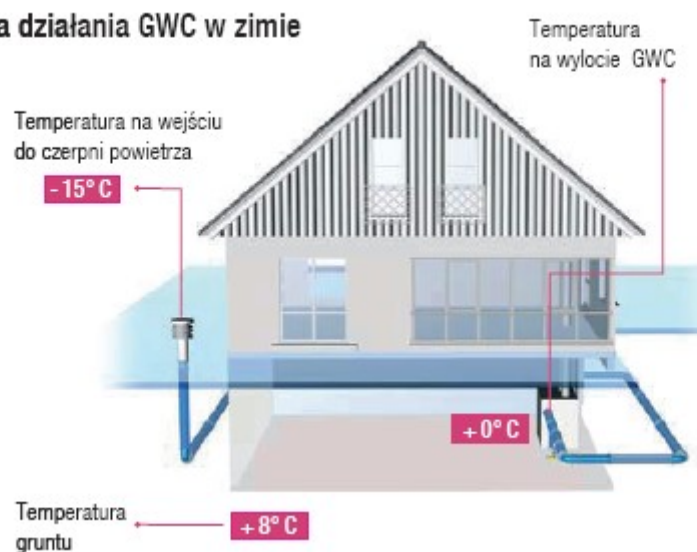


źródło: www.pro-vent.pl/

Zasada działania GWC w lecie



Zasada działania GWC w zimie



źródło: www.rehau.pl/

Nośniki , źródła energii

- Paliwa (nieodnawialne i biomasa)
- Ciepło sieciowe
- Energia elektryczna sieciowa
- Energia ze środowiska (słoneczna, ciepła, inne)

Wartość opałowa

Paliwo		Wartość opałowa w GJ/t		
gaz propan-butan		45		
lekki olej opałowy		42		
ciężki olej opałowy		40		
węgiel		27		
koks		25		
drewno opałowe suche		19		
Biopaliwo	Wilgotność %	Wartość energetyczna MJ/kg	Gęstość kg/m ³	Zawartość popiołu % s. m.
zrębki	20-60	6-16	150-400	0,6-1,5
pelety	7-12	16,5-17,5	650-700	0,4-1,0
słoma żółta	10-20	14,3	90-165	4,0
słoma szara	10-20	15,2	90-165	3,0
drewno kawałkowe	20-30	11-22	380-640	0,6-1,5
kora	55-65	18,5-20	250-350	1-3

Źródło: www.biomasa.org

Instalacje ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej

Wybór systemu c.o. i c.w.u., w tym również wybór źródła ciepła, zależy od szeregu czynników takich jak:

- konstrukcja i sposób użytkowania budynku,
- wymagania związane z komfortem użytkowania,
- lokalne warunki zaopatrzenia w ciepło,
- relacje cen nośników energii i elementów instalacji i źródeł,
- wymagania ekologiczne,
- wymagania przepisów techniczno-budowlanych,
- rozwiązań efektywnych energetycznie i ekologicznie.

Instalacje ogrzewania i c.w.u. powinny być tak projektowane, aby uzyskać możliwie wysokie sprawności ogólne systemów. Wysokie wartości sprawności instalacji uzyskuje się przez zastosowanie wysokosprawnych źródeł wytwarzania ciepła, obniżenie strat ciepła na dystrybucji, akumulacji, regulacji oraz wykorzystania ciepła.

Wysokie sprawności cząstkowe można uzyskać m.in. przez:

- stosowanie kotłów kondensacyjnych,
- pomp ciepła o wysokim COP¹,
- odpowiednie prowadzenie sieci rozprowadzającej czynnik grzewczy (zwarta instalacja),
- właściwą izolację cieplną sieci rozprowadzającej czynnik grzewczy,
- odpowiednią izolację zbiorników akumulacyjnych i buforowych,
- niskotemperaturowe systemy grzejne płaszczyznowe, grzejnikowe lub mieszane,
- dobór techniki regulacji i sterowania zapewniającej najwyższą efektywność regulacji,
- wybór sposobu podgrzewania ciepłej wody zapewniającego wysoką sprawność w danym trybie użytkowania,
- stosowanie wysokosprawnych pomp o niskiej mocy elektrycznej, skutkujące małym zużyciem energii elektrycznej,
- eliminację lub maksymalne ograniczenie instalacji cyrkulacyjnych o dużej efektywności,
- odpowiednią izolację zasobników c.w.u. oraz dobrane do specyfiki ich pracy i użytkowania sterowanie ładowaniem i rozładowaniem.

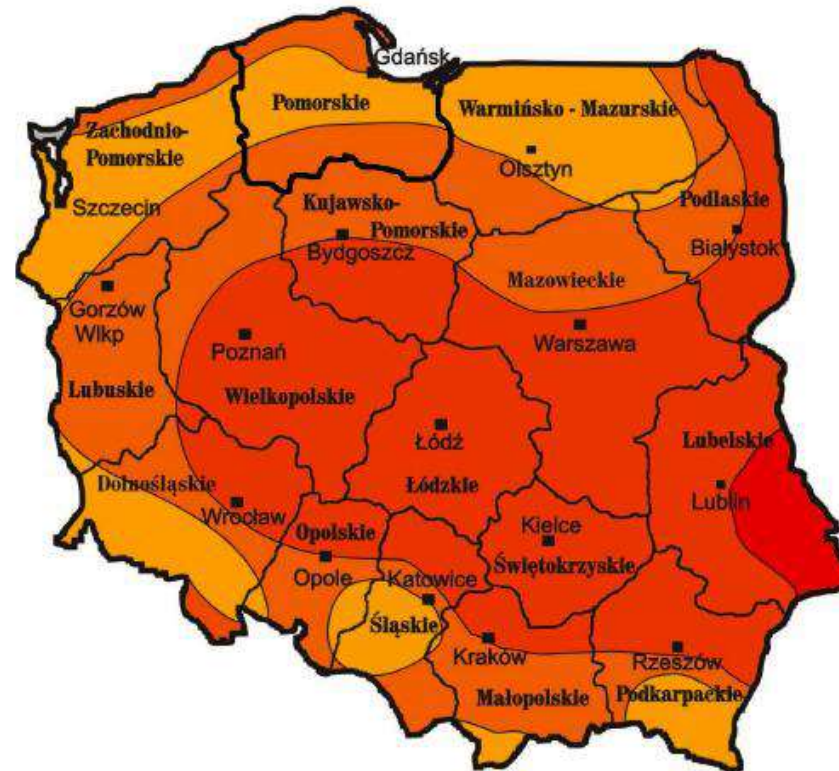
¹ Efektywność cieplna pompy ciepłej

Pierwotne źródła energii		Techniczne procesy przemiany energii	Forma uzyskanej energii
Słońce	Woda	Elektrownie wodne	Energia elektryczna
	Wiatr	Elektrownie wiatrowe	Energia cieplna i elektryczna
		Elektrownie falowe	
	Promieniowanie słoneczne	Elektrownie wykorzystujące prądy oceaniczne	Energia elektryczna
		Elektrownie wykorzystujące ciepło oceanów	Energia elektryczna
		Pompy ciepła	Energia cieplna
		Kolektory i cieplne elektrownie słoneczne	Energia cieplna
		Fotogniwa i elektrownie słoneczne	Energia elektryczna
		Fotoliza	Paliwa
	Biomasa	Ogrzewanie i elektrownie cieplne	Energia cieplna i elektryczna
Urządzenia przetwarzające, aglomeracja, transestryfikacja, fermentacja alkoholowa		Paliwa	
Ziemia	Źródła geotermalne	Ogrzewanie i elektrownie geotermalne	Energia cieplna i elektryczna
Księżyc	Pływy wód	Elektrownie pływowe	Energia elektryczna

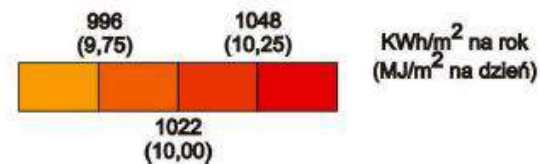
Fotoliza wody – rozpad wody pod wpływem światła (fotodysocjacja) na dwa elektrony (e^-), dwa jony wodorowe (protony) i połowę cząsteczki tlenu.

Energia słoneczna

Energia słoneczna w Polsce: Różnice w ilości promieniowania rocznego (kWh/m² rok)



1.000 kWh/m² to odpowiednio ok. 100 litrów oleju opałowego



Kolektory słoneczne

- kolektory skupiające,
- kolektory płaskie,
- kolektory rurowe (tubowe) próżniowe : heatpipe (rurka ciepła) i przepływowe.



kolektory skupiające

Źródło: <http://instalacje.gep.com.pl/wp-content/uploads/2014/08/skup.png>



kolektory płaskie

Źródło: <http://trigeo.pl/wp-content/uploads/2014/10/Kolektory-Sloneczne.jpg>



kolektory rurowe

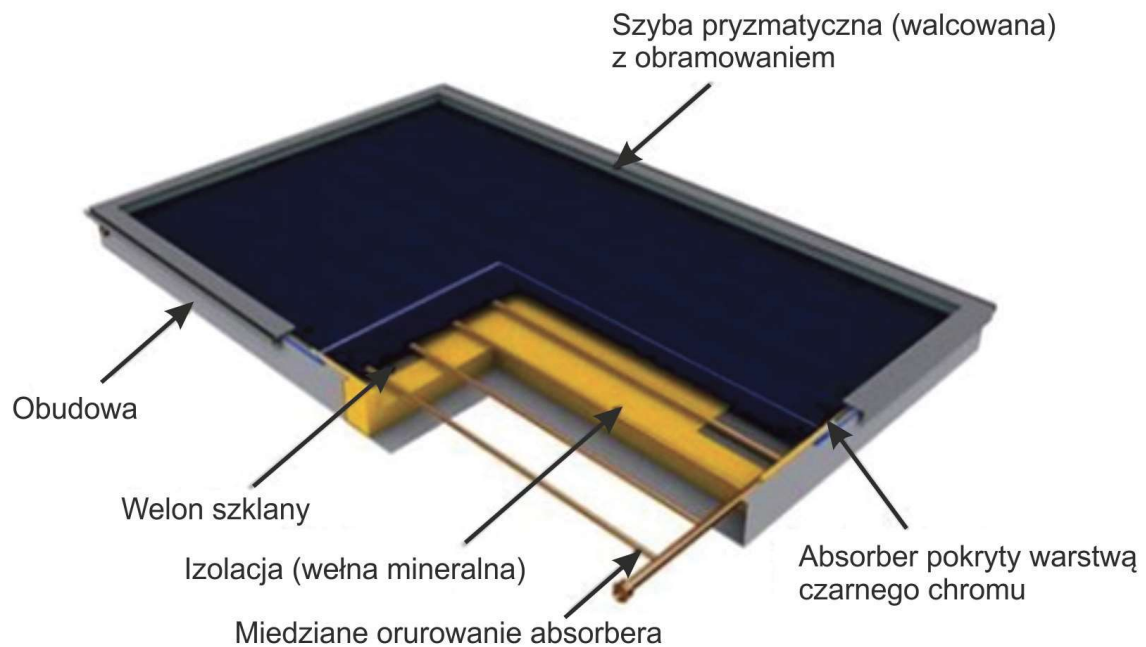
Źródło: http://elektrosklad.pl/galerie/k/kolektor-sloneczny-prozn_73.jpg

Kolektory słoneczne

Kolektory dzielimy też ze względu na rodzaj czynnika roboczego na:

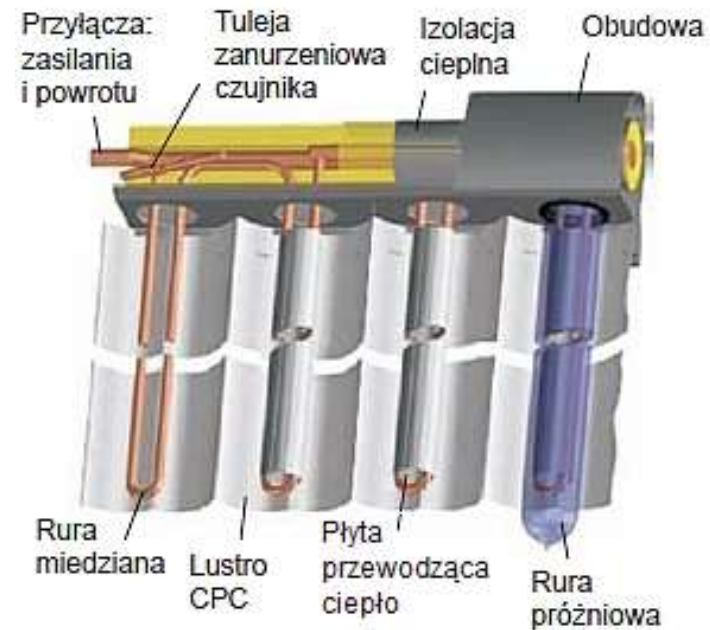
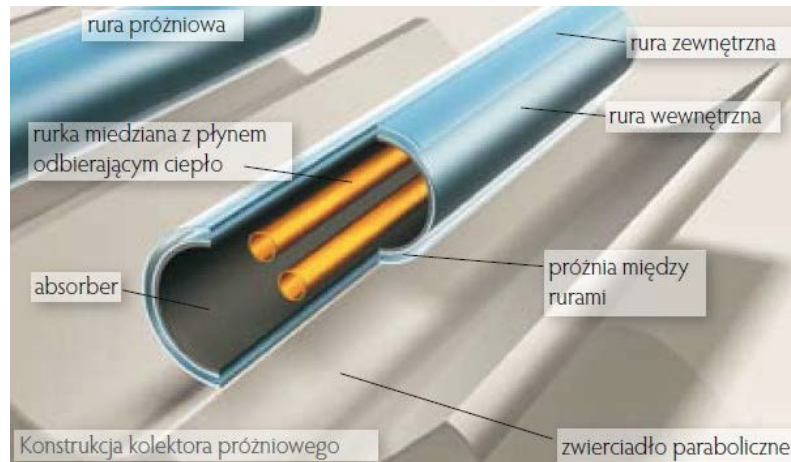
- cieczowe,
- powietrzne,
- cieczowo-powietrzne.

Kolektor płaski



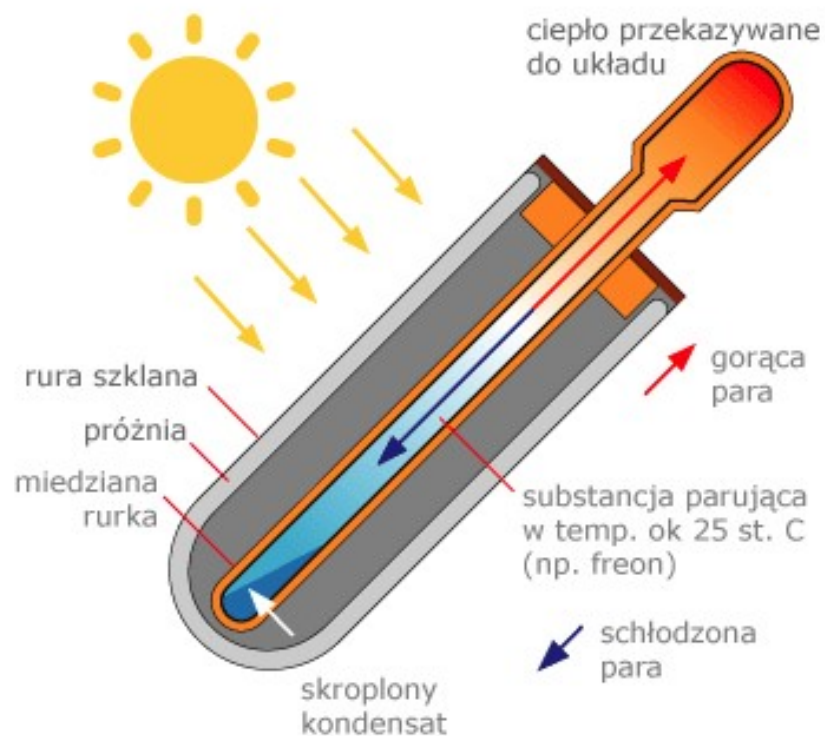
Budowa kolektora słonecznego płaskiego

Rurowy kolektor próżniowy



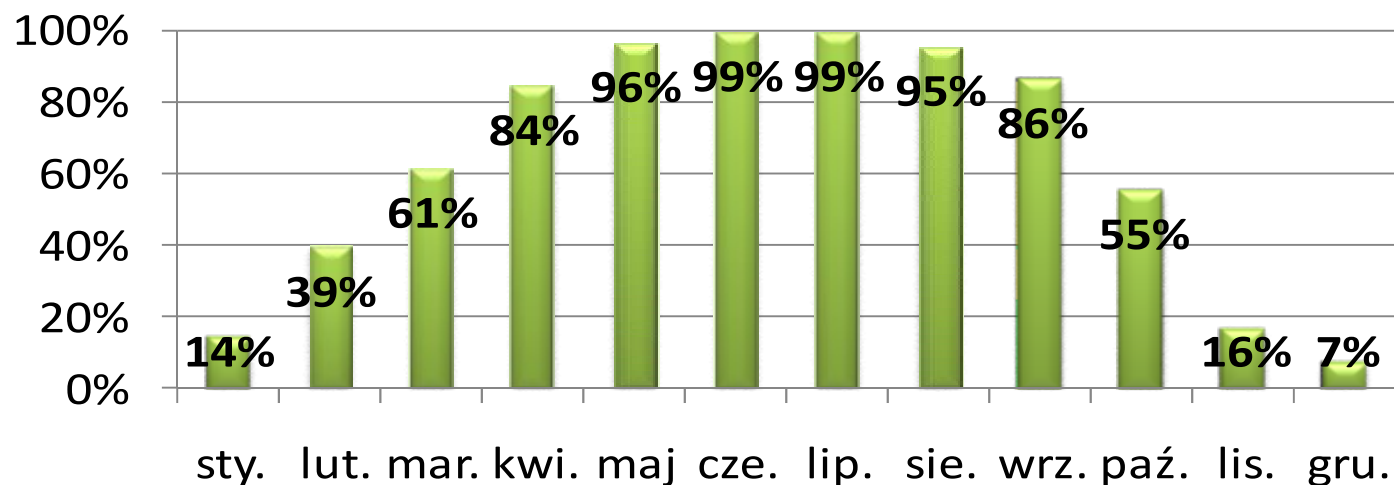
Budowa rurowego kolektora próżniowego

Rurowy kolektor próżniowy *heat-pipe* (rurka przekazywania ciepła)



WYDAJNOŚĆ KOLEKTORÓW

Wydajność kolektorów zależy od warunków klimatycznych:

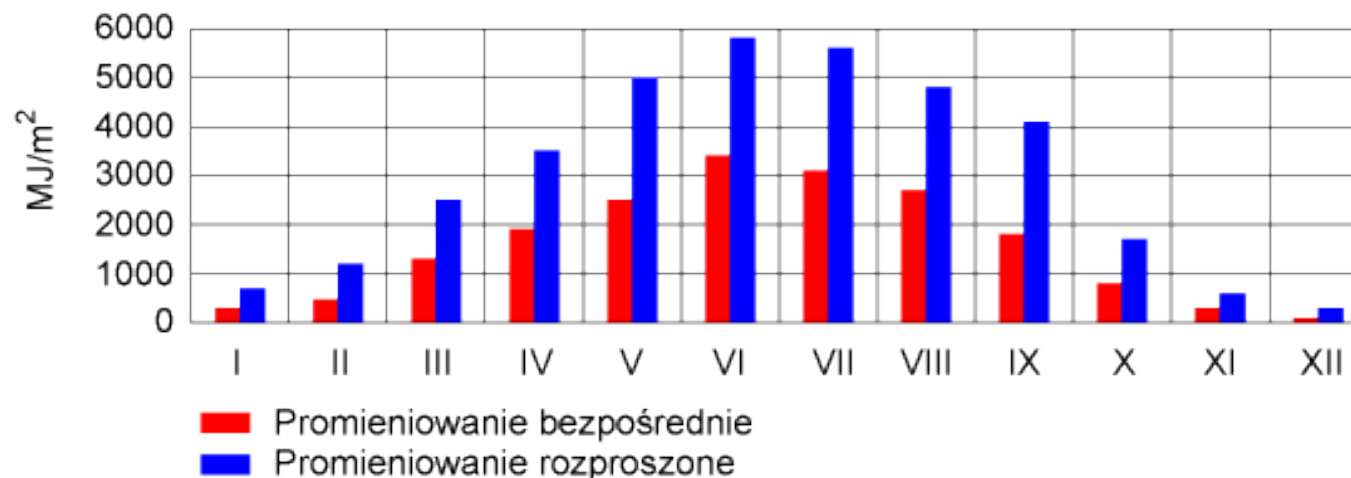


Szacunkowy stopień pokrycia zapotrzebowania na podgrzewanie ciepłej wody użytkowej energią słoneczną

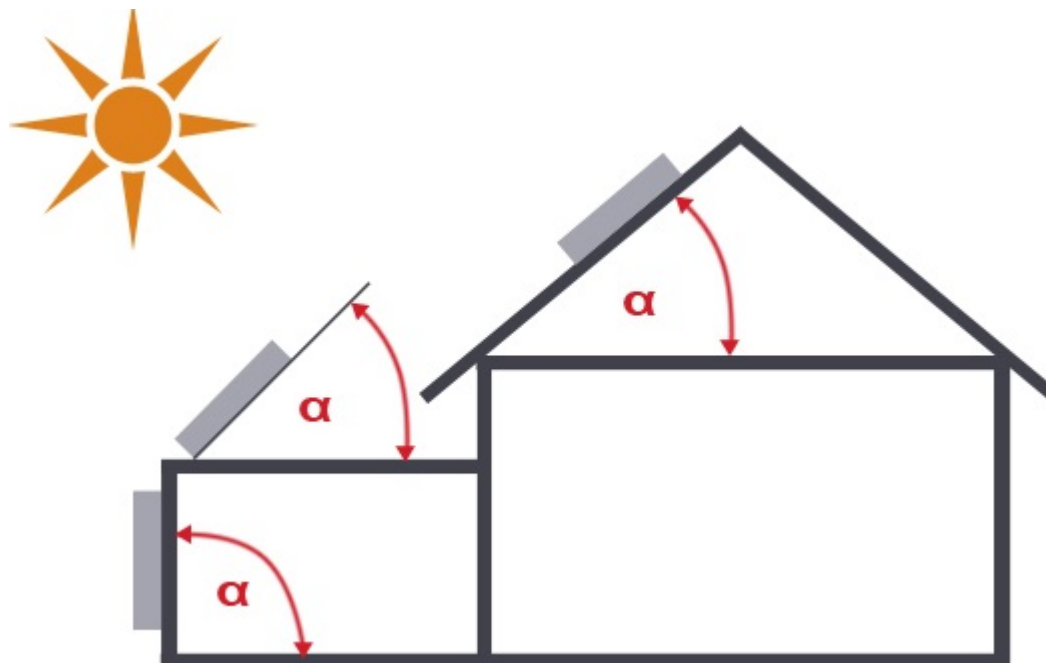
Wydajność zależy też od typu kolektora

1. **Płaski**- pochłania tylko promieniowanie bezpośrednie, przez co używa się go głównie latem
2. **Próżniowy**- pochłania promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, przez co zimą i w okresie przejściowym jest **bardziej wydajny** niż kolektor płaski jednak jest **droższy**.

Średnia ilość promieniowanie bezpośrednie i rozproszone w poszczególnych miesiącach w roku



Gdzie montować kolektory słoneczne?

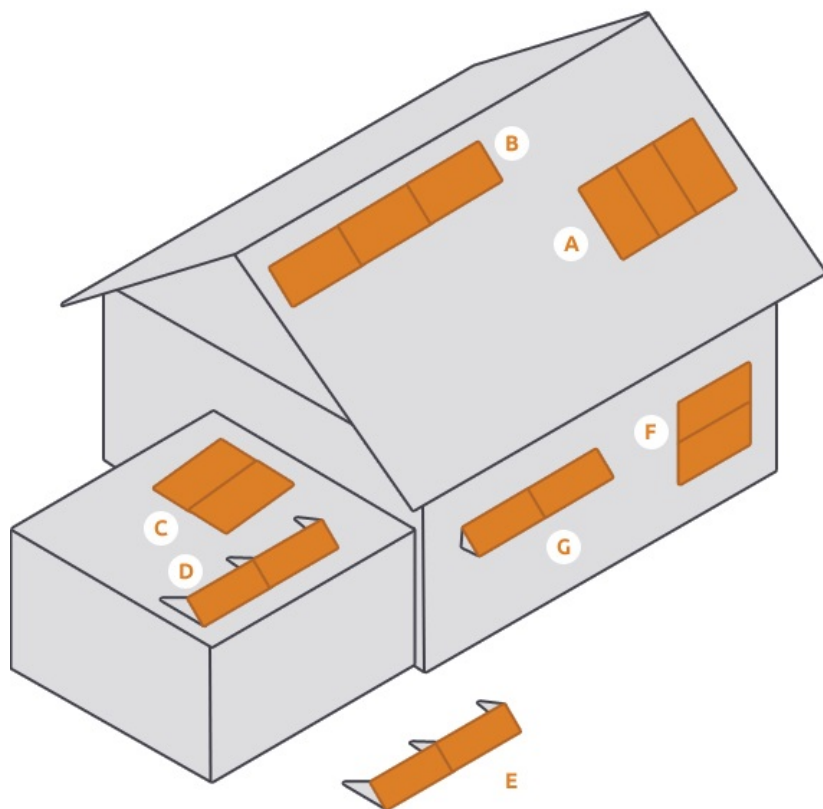


Źródło: <http://instalacje.gep.com.pl/wp-content/uploads/2014/08/pochylenie.jpg>

Kolektory powinny być ustawione w kierunku południowym i pochylone do poziomu pod kątem ok. 30-45°.

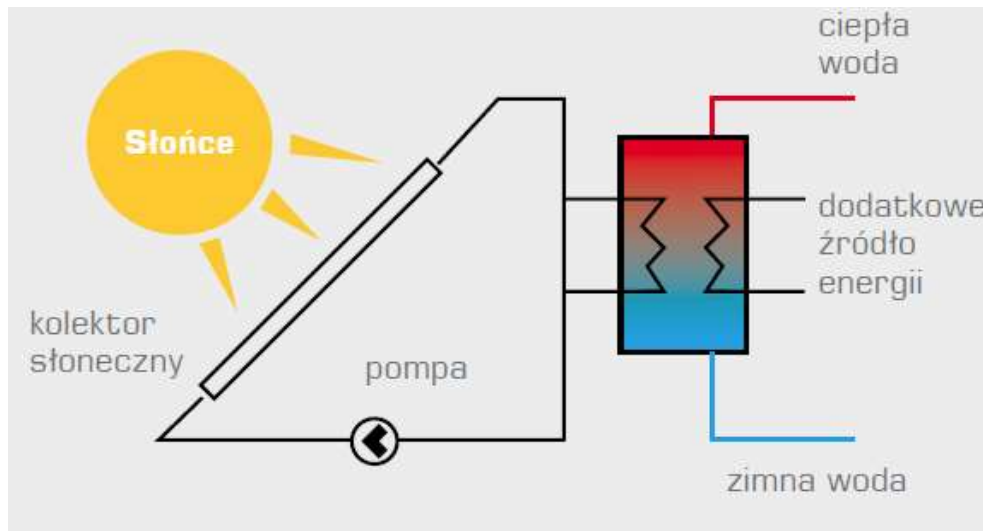
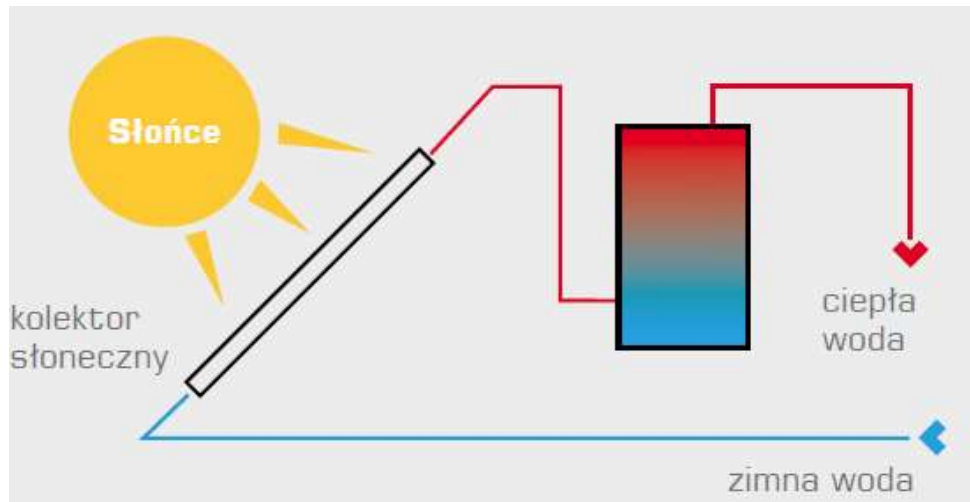
Jeśli planujemy wykorzystywać kolektory próżniowe do wspomagania centralnego ogrzewania w sezonie jesienno-zimowym najlepiej zamontować kolektory pod kątem 45-60°

Sposoby montażu

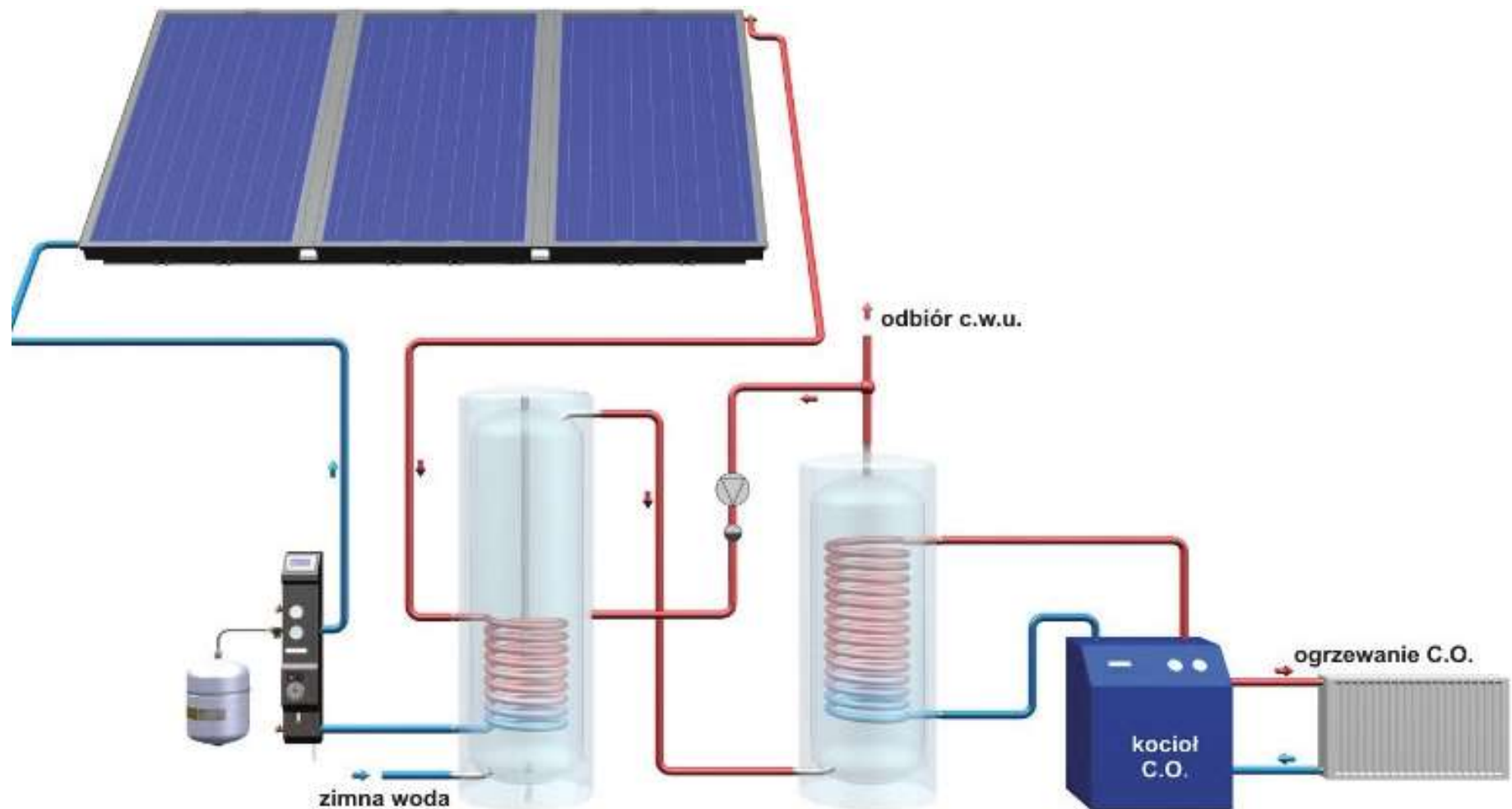


- A** – kolektory zamontowane na dachu lub wbudowane w połacie dachu, ustawienie pionowe kolektorów,
- B** – na dachu lub wbudowane w połacie dachu, ustawienie poziome,
- C** – kolektory położone bezpośrednio na powierzchni płaskiej,
- D** – montaż kolektorów na dachu płaskim za pomocą konstrukcji wsporczej,
- E** – montaż na gruncie za pomocą konstrukcji wsporczej,
- F** – na ścianie budynku, montaż pionowy,
- G** – na ścianie budynku, pochylenie do poziomu za pomocą odpowiedniej konstrukcji montażowej.

Jak to działa?



Przykładowa instalacja dla ciepłej wody użytkowej



Termiczne kolektory słoneczne

Parametr	Kolektor płaski	Kolektor próżniowy
Izolacja	Wełna mineralna	Próżnia - chroni ciepło nagromadzone w kolektorze przed rozproszeniem
Warstwa absorpcyjna	Blacha miedziana lub aluminiowa pokryta warstwą selektywną	Warstwa metalu napylana na wewnętrzną stronę rury próżniowej
Uzyski energii	Zdecydowanie lepszy w miesiącach „letnich” (kwiecień-wrzesień)	Dobra sprawność latem i zimą ze względu na wykorzystanie, w większym stopniu promieniowania rozproszonego - średnioroczny uzysk ciepła ok. 10-30 % wyższy niż dla kolektorów płaskich.

Termiczne kolektory słoneczne

Parametr	Kolektor płaski	Kolektor próżniowy
Zalety i wady	Systemy „otwarte”, hydraulika w kolektorze, prosta budowa i system montażu, niższa cena	Wyższe temperatury czynnika roboczego, duże obciążenie termiczne, konieczność zachowania szczelności, wyższa cena
Zastosowanie	Fasady, dachy domów jednorodzinnych, konstrukcje wolnostojące	Dachy domów jednorodzinnych, konstrukcje wolnostojące

Warto wiedzieć

- Moc cieplna kolektorów jest przyjmowana wg zaleceń ESTIF (Europejskie Stowarzyszenie Przemysłu Energetyki Słonecznej Ciepłej) i wynosi **700W/m²** powierzchni czynnej kolektora.
- Optymalnie dobrane instalacje solarne zamontowane w domach jednorodzinnych pozwalają zmniejszyć o ok. **50- 60%** rocznego zużycia tradycyjnej energii niezbędnej do ogrzewania wody użytkowej. Tak dobrane instalacje pokrywają zazwyczaj do **95%** zapotrzebowania na ciepło w okresie od kwietnia do września.
- Przy doborze liczby kolektorów słonecznych dla celów cwu przyjmuje się od **1,2 do 1,6 m²** na jedną osobę w gospodarstwie domowym.

Warto wiedzieć

- Dogrzewanie pomieszczeń z zastosowaniem układu solarnego jest uzasadnione w okresach przejściowych (marzec - kwiecień, wrzesień - październik).
- Kolektory słoneczne wykazują najwyższą wydajność współpracując z ogrzewaniem niskotemperaturowym - podłogowym lub ściennym.

Warto wiedzieć

- Optymalny kąt nachylenia kolektora do podłoża dla całorocznego okresu wykorzystania wynosi ok. 30- 45 stopni, zaś orientacja w kierunku południowym.
- Odchylenie od kierunku południowego na wschód lub zachód o ok. 45 stopni zmniejszy wydajność o około 5%.

Ogniwa fotowoltaiczne

Ogniwo fotowoltaiczne - krzemowa płytka półprzewodnikowa **służąca do zamiany promieniowania słonecznego na prąd.**

Ogniwa fotowoltaiczne są łączone w tzw. **panele słoneczne**, które odbierają promieniowanie słoneczne zarówno bezpośrednio, jak i rozproszone.

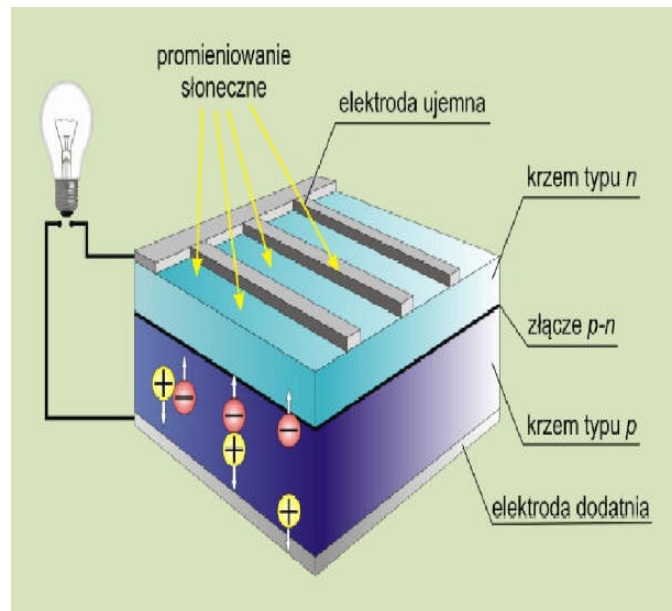
Sprawność ogniw fotowoltaicznych to
ok. **15%**

Roczne promieniowanie słoneczne w kraju ma
energię **950 - 1250 kWh/m²**.

Zatem z ogniw jesteśmy w stanie uzyskać w
ciągu roku:

142,5-187,5 kWh/m².

Budowa ogniwa fotowoltaicznego



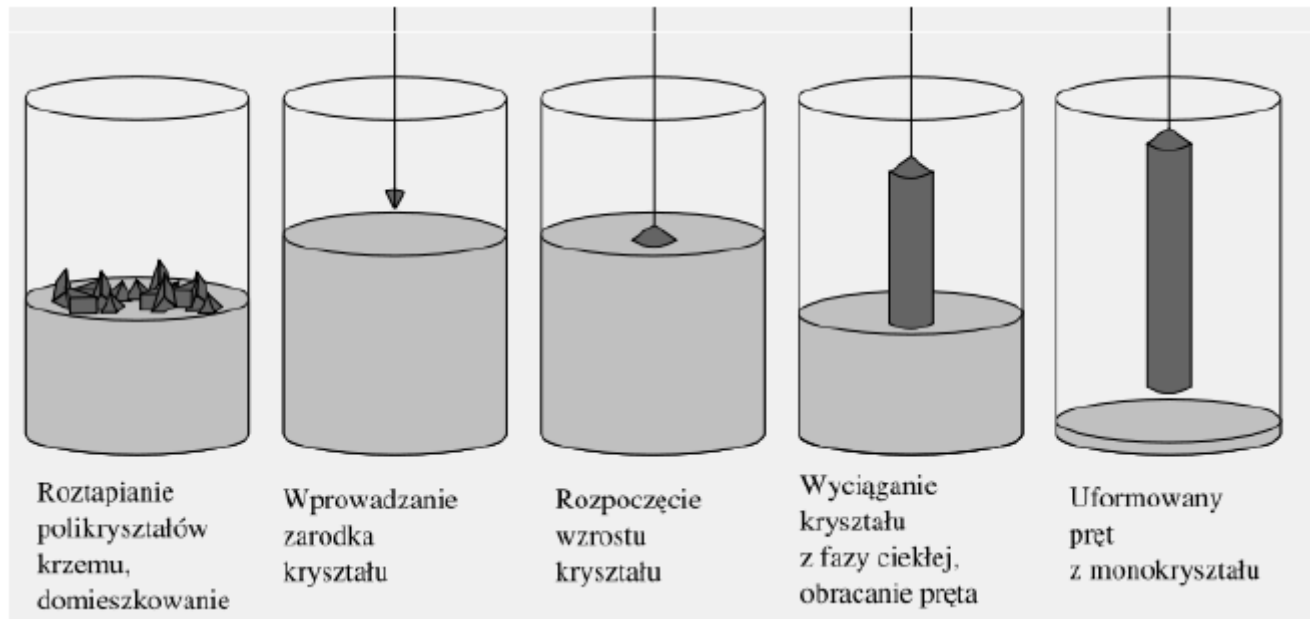
Pojedyncze ogniwo fotowoltaiczne składa się z płytki krzemowej. Na górnej powierzchni płytki umieszczona jest elektroda zbierająca elektrony w postaci siatki, a na dolnej nanoszona jest elektroda dolna w postaci warstwy metalicznej

Rodzaje ogniw fotowoltaicznych

- Ogniw krzemowe (I generacji)
- Ogniw II generacji
- Ogniw III generacji

Ogniwa krzemowe (I generacji)

Ogniwa monokrystaliczne - tworzone są z jednego kryształu krzemu o uporządkowanej strukturze wewnętrznej, osiągają najwyższą sprawność (teoretycznie do 22%) i największą żywotność, ale są kosztowne. Wytwarzanie ogniw monokrystalicznych wymaga wyprodukowania pojedynczych kryształów krzemu. W praktyce stosowany jest najczęściej proces **Czochralskiego** polegający na wyciąganiu pojedynczego kryształu krzemu z roztopionej masy polikryształów.



Ogniwa krzemowe (I generacji)



Płytki takie mają ładunek (p-).

W pojedynczych płytkach w cienkiej warstwie powierzchniowej za pomocą dyfuzji fosforu wytwarza się obszar typu (n+).

Połączenie ze sobą dwóch takich płytek daje złącze (p-n).

Wyhodowany kryształ w kształcie walca cięty jest następnie za pomocą lasera na płytki o grubości 0,3mm i promieniu od kilku do kilkunastu cm.

Ogniwa krzemowe (I generacji)

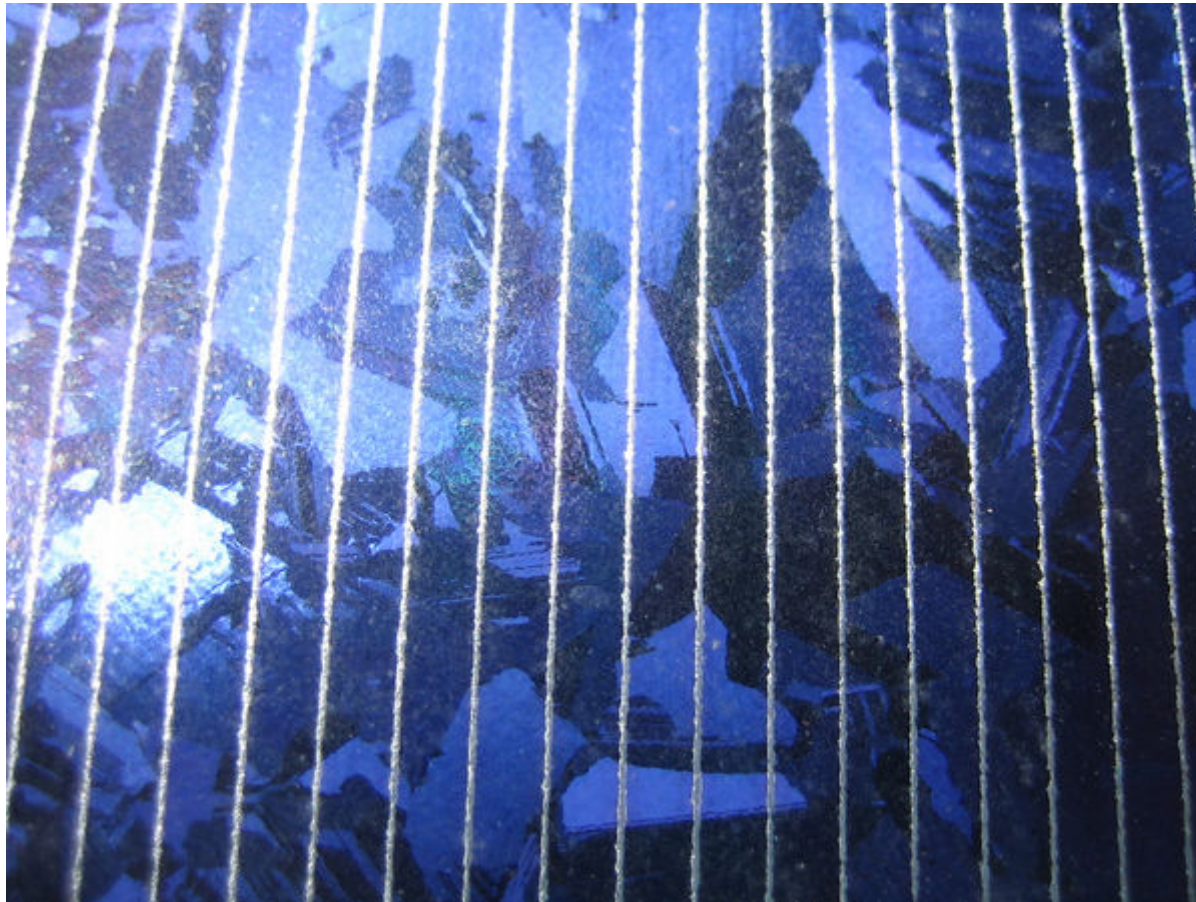
Ogniwa polikrystaliczne - produkowane są z oszlifowanych płytek krzemowych ułożonych nieregularnie względem ich struktury krystalicznej. Posiadają niebieski kolor oraz mają wyraźnie zarysowane kryształy krzemu przypominające szron. Ze względu na niską cenę obecnie są najczęściej stosowanymi fotoogniwami na rynku. Produkcja polikryształów zachodzi w specjalnych formach, gdzie kryształy krzemu są najpierw topione, a następnie po wystudzeniu cięte na prostokątne płytki o grubości $<0,2\text{mm}$.

Dalsza obróbka polega na:

- szlifowaniu płytek,
- nałożeniu ścieżek prądowych metodą druku sitowego,
- nałożenie warstwy antyodblaskowej.

Sprawność teoretyczna modułów polikrystalicznych wynosi 15-18%. Jest więc niższa niż ogniw monokrystalicznych, ale jednocześnie tańsza w produkcji. Koszt wyprodukowania ogniwa polikrystalicznego wynosi 2,3zł/W podczas gdy monokrystalicznego 2,5zł/W.

Pojedyncze ogniwo polikrystaliczne



Ogniwa II generacji

Są także zbudowane w oparciu o złącze p-n jednak nie z krzemu krystalicznego lecz np. z tellurku kadmu (CdTe), mieszaniny miedzi, indu, galu, selenu (CIGS) czy krzemu amorficznego.

Ich cechą charakterystyczną jest bardzo mała grubość warstwy półprzewodnika absorbującej światło, która zazwyczaj waha się od 1-3 mikrometrów, stąd inna nazwa **ogniwa cienkowarstwowe**.

Ogniwa III generacji

Ogniwa barwnikowe (DSC lub DSSC)

Należące do tej grupy ogniwa bazują na odwracalnym procesie fotochemicznym.

Absorberem jest barwnik (organiczny lub nieorganiczny) dobrze pochłaniający promieniowanie poniżej 900 nm. Między dwoma warstwami z przewodzącego tlenku (TCO) umieszcza się membranę z ditlenku tytanu nasyconą elektrolitem (roztwór jodu i jodku potasu) i barwnik. Molekuła barwnika, absorbując foton, podnosi chwilowo swoją energię (ulega wzbudzeniu) i przekazuje ją ditlenkowi tytanu w postaci swobodnego

elektronu, który transportuje ładunek elektryczny do tylnej elektrody TCO.

Barwnik ulega redukcji w reakcji z elektrolitem, który z kolei powraca do stanu wyjściowego, pobierając elektron z przedniej elektrody (TCO domieszkowane platyną). Ogniwa DSC o takiej budowie osiągają laboratoryjną sprawności na poziomie do 11 proc.

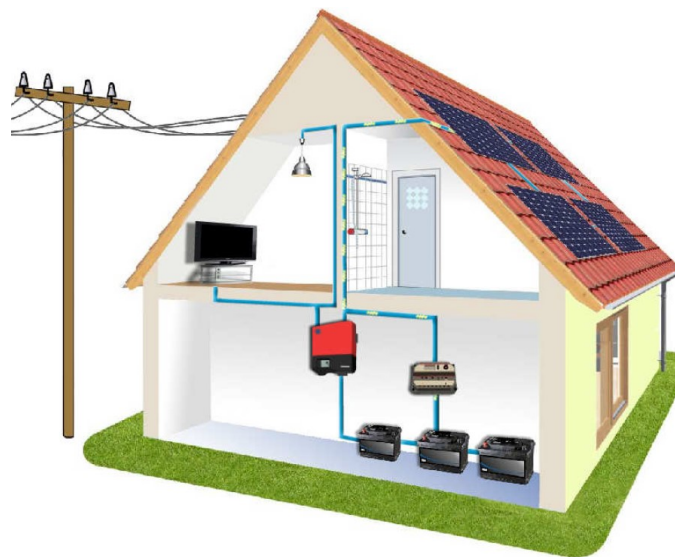
Elementy instalacji fotowoltaicznych

Falownik - Inwerter

- W większości przypadków panele fotowoltaiczne dostarczają prąd stały o niskim napięciu, który rzadko możemy wykorzystać bezpośrednio w instalacji.
- Falowniki mają za zadanie zamianę prądu stałego na prąd zmienny o regulowanej częstotliwości. Informacje o częstotliwości prądu falowniki czerpią bezpośrednio z sieci elektrycznej, muszą być więc do niej podłączone.



Instalacja podłączona do sieci (on grid)



Instalacja wyspowa (off-grid)

ENERGIA WIATROWA



Energia wiatrowa to jedno z najstarszych źródeł energii



Kiedyś wykorzystywano ją w wiatrakach.

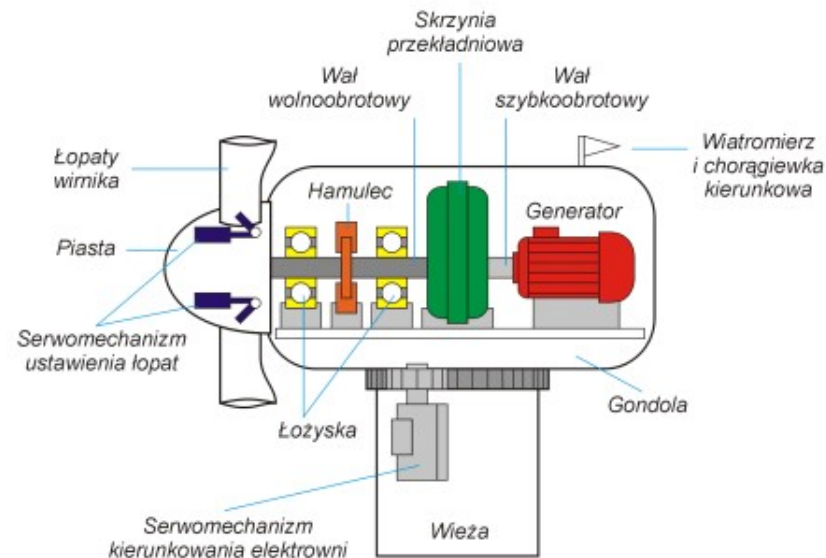


Dziś korzysta się z turbin wiatrowych

Turbina wiatrowa

Wykorzystanie energii wiatrowej w turbinie wiatrowej polega na zamianie kinetycznej energii wiatru na pracę mechaniczną w postaci ruchu obrotowego wirnika.

Energia obrotów przenoszona jest do generatora, gdzie przekształca się w energię elektryczną.



Turbiny są różnego rodzaju:

1. Poziome i pionowe



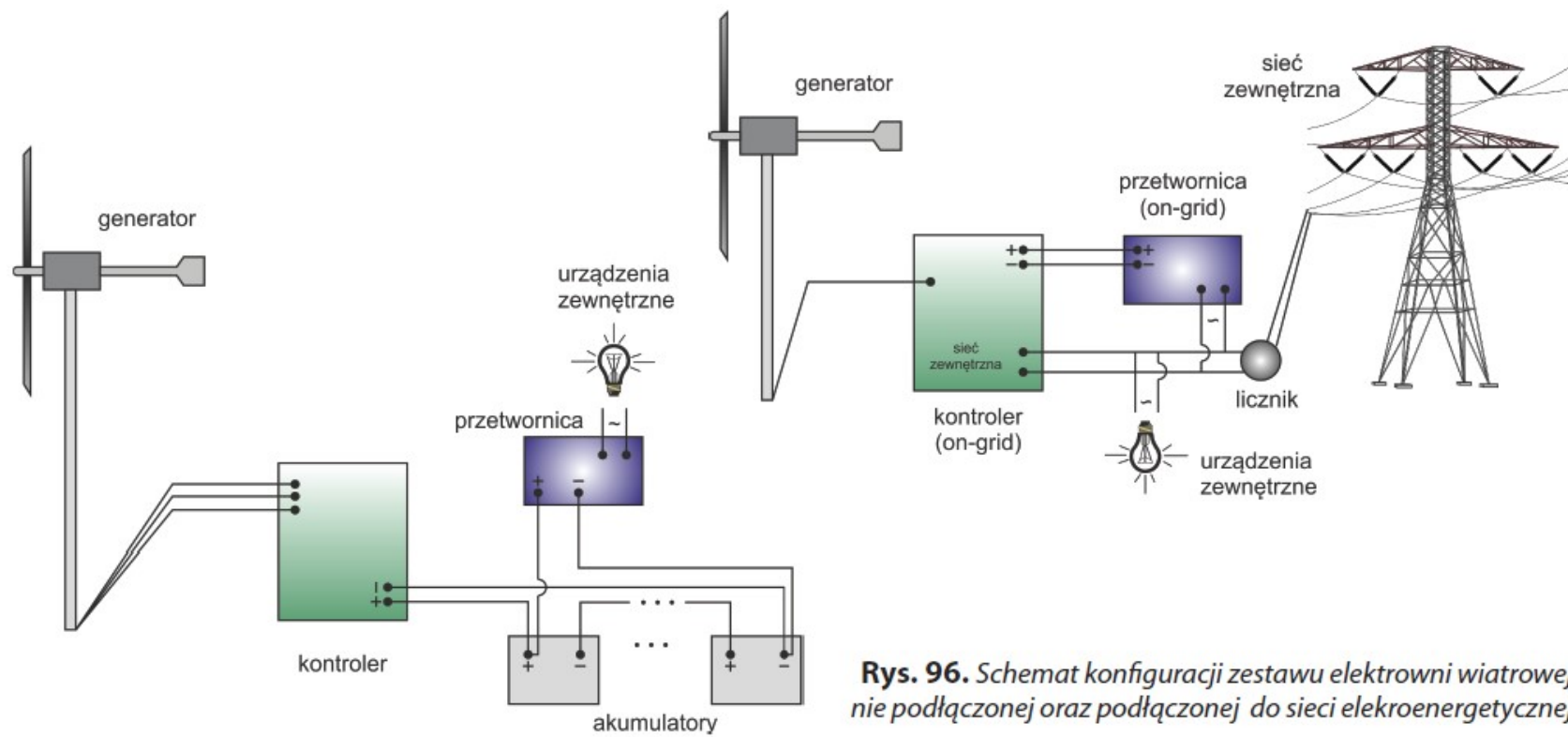
2. Wolnostojące i na dachu



Elementy składowe elektrowni wiatrowej

Sprzedawane są w odpowiednio skonfigurowanych kompletach, składających się w dużym uproszczeniu z:

- turbiny wiatrowej,
- prądnicy,
- masztu stalowego,
- zestawu akumulatorów,
- inwertera (przetwornica) – urządzenia, które reguluje napięcie i częstotliwość do poziomu umożliwiającego synchronizację elektrowni wiatrowej z siecią,



Rys. 96. Schemat konfiguracji zestawu elektrowni wiatrowej nie podłączonej oraz podłączonej do sieci elektroenergetycznej

Warto wiedzieć

- Małe elektrownie wiatrowe z reguły nie przekraczają mocy 40 kW, a ich powierzchnia robocza wirnika jest mniejsza niż 200 m².
- W Polsce używane mogą być małe elektrownie wiatrowe spełniające normy bezpieczeństwa CE.
- W polskich warunkach klimatycznych małe elektrownie wiatrowe powinny być przystosowane do pracy w niskich prędkościach wiatru. Dlatego głównym kryterium doboru elektrowni wiatrowej powinna być potwierdzona rzeczywistymi badaniami, krzywa mocy elektrowni i jej wydajność przy prędkościach wiatru 5 – 7 m/s.

Warto wiedzieć

- W celu szybszego uzyskania pozwolenia na budowę mała elektrownia wiatrowa nie powinna przekraczać całkowitej wysokości 30 m (wg Ustawy o Ochronie Przyrody), co eliminuje konieczność przeprowadzenia oceny oddziaływania inwestycji na środowisko;
- Chcąc posadzić turbinę wiatrową bez pozwolenia budowlanego, należy posadzić turbinę na maszcie nie związanym na stałe z gruntem (tego typu rozwiązania mogą być stosowane tylko dla najmniejszych elektrowni o mocy do 5 kW).

Biomasa

Do celów energetycznych wykorzystuje się najczęściej:

- drewno i odpady drzewne,
- odpady produkcji rolniczej i przetwórstwa rolno-spożywczego (słoma, makuchy, plewy, wysłodki i inne),
- rośliny uprawiane specjalnie w celach energetycznych
- osady ściekowe,
- odchody zwierząt.

Charakterystyka biomasy drzewnej

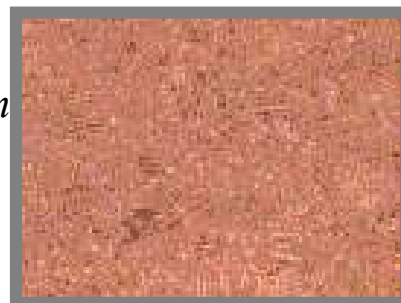


drewno kawałkowe

wymiary: 150-350 x 60-80 mm

gęstość usypowa: 380-640 kg/m³

wilgotność: 18-45 %



trociny

wymiary: 1-5 mm

gęstość usypowa: 250-350 kg/m³

wilgotność: do 45 %



zrębki drzewne

wymiary: 5-50 mm

gęstość usypowa: 150-400 kg/m³

wilgotność: 20-60 %

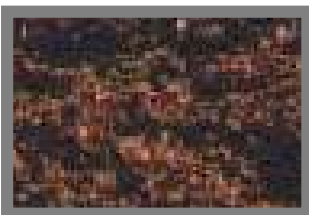


wióry

wymiary: 1-25 mm

gęstość usypowa: 50-150 kg/m³

wilgotność: 5-15 %



kora

wymiary: niejednolite

gęstość usypowa: 250-400 kg/m³

wilgotność: 55-60 %

Odpady produkcji rolniczej i przetwórstwa rolno-spożywczego

- Słoma zbożowa
- Odpady kukurydziane
- Odpady z pielęgnacji sadów owocowych
- Wysłodki buraczane, makuch itd..

Rośliny wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej i ciepła

- **Rośliny dwuliścienne m.in.:**
 - Ślazowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita*)
 - Topinambur (*Helianthus Ruberosus*)
 - Konopie siewne (*Cannabis sativa*)
 - Rdest sachaliński (*Polygonum sachalinense*)
 - Rożnik przerośnięty (*Silphium perfoliatum*)

Rośliny wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej i ciepła

- **Rośliny drzewiaste szybkiej rotacji:**
 - Wierzba wiciowa (*Salix viminalis*)
 - Topola (*Populus*)
 - Robinia akacjowa (*Robinia pseudacacia*)

Rośliny wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej i ciepła

- **Rośliny trawiaste:**

- Miskant olbrzymi (*Miscanthus sinensis gigantea*)
- Miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus*)
- Spartina preriowa (*Spartina pectinata*)
- Palczatka gerarda (*Andropogon gerardi*)
- Mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea*)
- Manna mielec (*Glyceria maxima*)
- Tymotka łąkowa (*Phleum pratense*)
- Kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea*)
- Trzcina pospolita (*Phragmites australis*)
- Rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius*)
- Proso różgowe (*Panicum virgatum*)

Zalety i wady roślin uprawianych na cele energetyczne

- **Gatunki wieloletnie**

Zalety:

- wysoka wartość energetyczna plonu
- niższe koszty prowadzenia plantacji

Wady:

- wysokie koszty założenia i likwidacji plantacji

- **Gatunki jednoroczne**

Zalety:

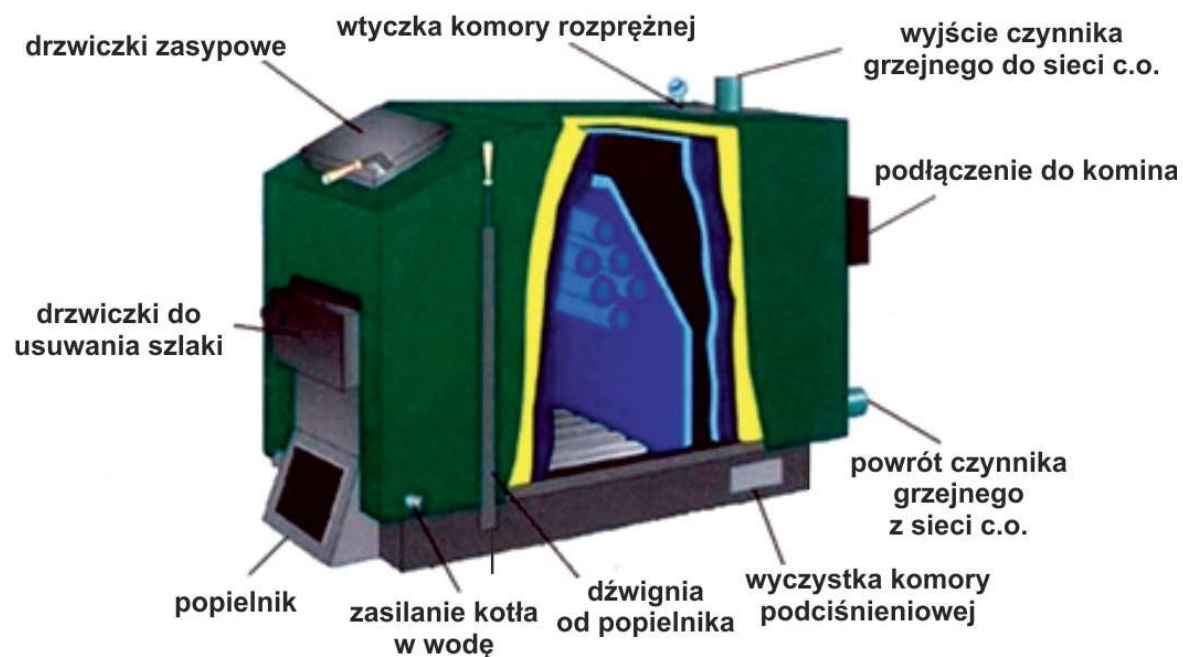
- możliwość utrzymywania właściwego płodozmianu
- łatwiejsze dostosowanie się do koniunktury rynkowej

Wady:

- niższa wartość energetyczna plonu
- wyższe koszty prowadzenia plantacji

Kotły na biomase

WYBRANE TECHNOLOGIE I URZĄDZENIA STOSOWANE W PRZETWARZANIU BIOMASY

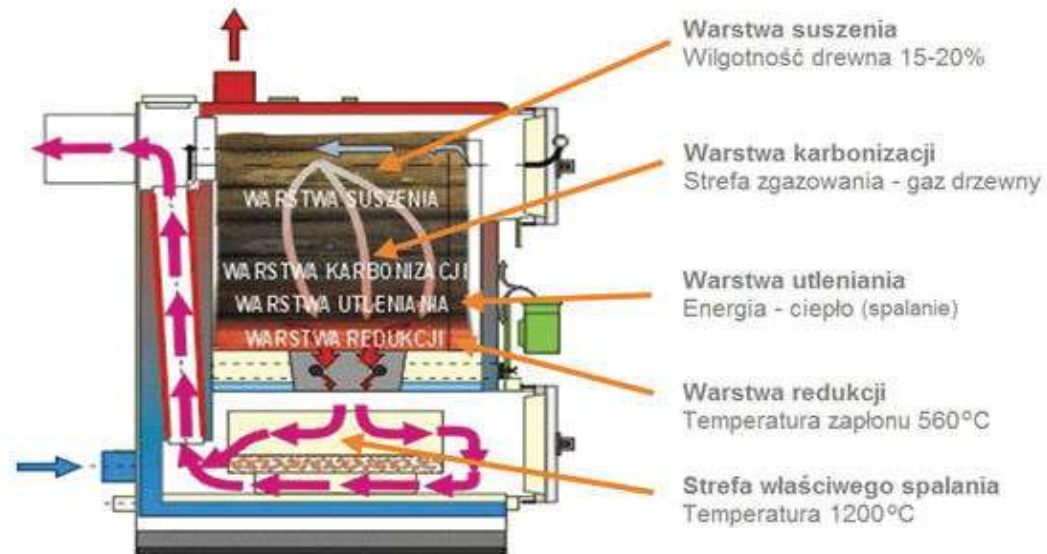


Piec do spalania biopaliwa pochodzącego z drewna

Kotły z podajnikiem na pellet, zrębki



Kotły zgazowujące biomasę



System spalania gazu drzewnego gwarantuje wysoką sprawność kotłów sięgającą 89%), umożliwia również płynne regulowanie ich wydajności w zakresie 40-100%.

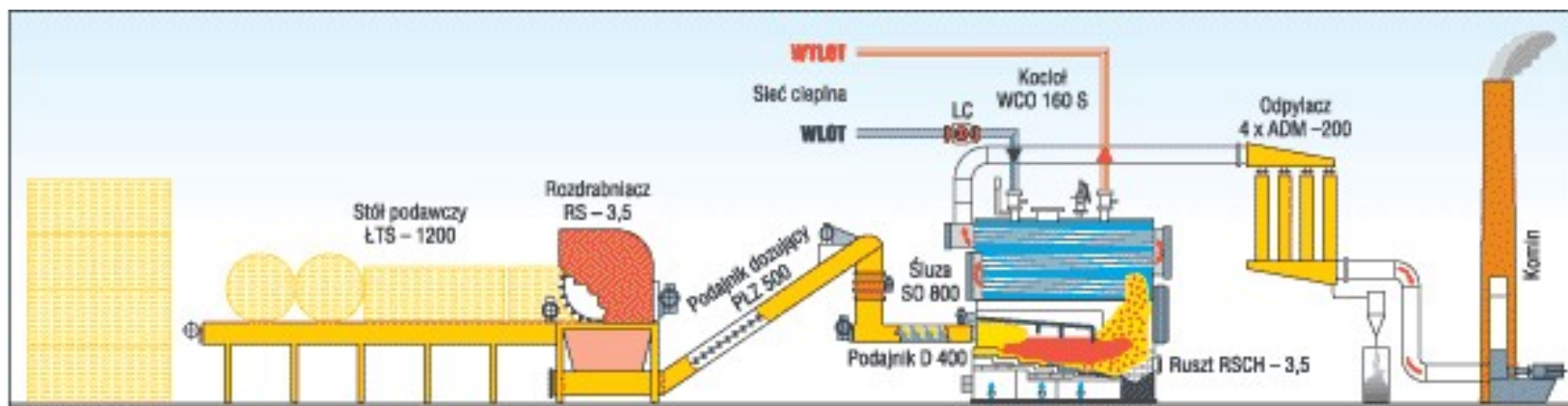
Kotły do spalania słomy

- **kotły ze spalaniem** całych balotów. Przeważnie są to duże kotły zasilające sieci ciepłownicze i elektrociepłownie wyposażone w systemy załadunku całymi balami słomy o masie do 500 kg.
- **kotły ze spalaniem słomy rozdrobnionej**, które są stosowane dla małych i średnich mocy cieplnych. Podawanie słomy odbywa się z sieczkarni prasowanej słomy (dostosowanej typowo do określonych bali) przez układ podajników ślimakowych lub transportem pneumatycznym. Paliwo podawane jest w sposób ciągły. Układ do podawania słomy zwiększa dość znacznie koszt instalacji.
- **kotły ze spalaniem „przeciwprądowym”** całych bali, które stosuje się do małych i średnich pieców. Spalanie „przeciwprądowe” jest kombinacją procesów gazyfikacji biopaliwa oraz spalania gazu i cząstek paliwa w strumieniu nadmuchiwane powietrza.

Kotły ze spalaniem całych balotów



Kotły ze spalaniem słomy rozdrobnionej



Warto wiedzieć

- Moc kotła na biomasę wyrażana jest w kW, a dobór mocy urządzenia wynika z bilansu cieplnego obiektu, sporządzonego zgodnie z obowiązującymi standardami.
- Producenci kotłów na biomasę zalecają stosowanie paliw wysokiej jakości, najlepiej posiadających atesty. W przypadku drewna kawałkowego zalecane jest stosowanie drewna liściastego, sezonowanego co najmniej dwa lata.
- Systemy grzewcze na biomasę wymagają dodatkowej przestrzeni na składowanie paliwa, która wynika z rodzaju i właściwości biomasy (wilgotności i wartości opałowej).
- Wysoki komfort obsługi systemu grzewczego umożliwia zastosowanie automatycznego załadunku paliwa z zasobnika oraz kotła z automatyczną kontrolą i sterowaniem parametrami procesu spalania.

Małe elektrownie wodne

Podział małych elektrowni wodnych ze względu na moc:

- Mikro elektrownie wodne – moc instalowana do 100 kWe.
- Mini elektrownie wodne – Moc instalowania do 1 MWe.
- Małe elektrownie wodne – ich moc instalowania waha się od 1 do 5 MWe.

Małe elektrownie wodne

- Niskospadowe od 2 do 20 m
- Średniospadowe od 20 do 150 m
- Wysokospadowe powyżej 150 m
- Pływające po rzece
- Derywacyjne – wykorzystują one spad wody tuż po spiętrzeniu rzeki za pomocą jazu.

Elementy składowe MEW

- próg piętrzący rzekę: stały (tj. piętrzący wodę do stałego poziomu) bądź ruchomy (tj. o zmiennej wysokości piętrzenia poziomu wody),
- budynek elektrowni z siłownią (tj. urządzenia elektryczne produkcyjne oraz przesyłowe, turbiny),
- kanał doprowadzający oraz odprowadzający wodę z turbin,
- opcjonalnie: przepławka.

- W Polsce w mikro-elektrowniach wodnych, ze względu na stosunkowo niskie spady (poniżej $H=10$ m, a często także poniżej $H=2$ m), stosowane są turbiny reakcyjne (np. Francisa, Kaplana, semi Kaplana oraz śmigłowe) oraz dość rzadko akcyjno-reakcyjne (Michella-Banki).
- Dobór rodzaju oraz wielkości turbin dla MEW wykonany powinien być szczególnie starannie z uwzględnieniem zmienności przepływu wody w rzece tak, aby wykorzystana była cała energia rzeki, a inwestor osiągnął maksymalny ekonomiczny efekt.

Turbina wodna

- Turbiną wodną nazywamy silnik przetwarzający energię mechaniczną wody (energię wody płynącej) na pracę użyteczną w wirniku, w którym następuje zmiana wiru wody i wytwarzanie momentu obrotowego.
- W turbinach wodnych wykorzystuje się energię ciśnienia i energię prędkości przepływu wody.

Podział turbin

- **turbiny akcyjne** (natryskowe), w których woda zostaje doprowadzona do wirnika pod ciśnieniem atmosferycznym. W turbinach tego typu zostaje wykorzystana energia kinetyczna.
- **turbiny reakcyjne** (naporowe), w których woda zostaje doprowadzona do wirnika pod ciśnieniem wyższym niż ciśnienie atmosferyczne.

Podstawowe parametry, które warunkują wybór turbiny dla elektrowni wodnej

- spad,
- przepływ,
- równomierność przepływu.

Pompy ciepła

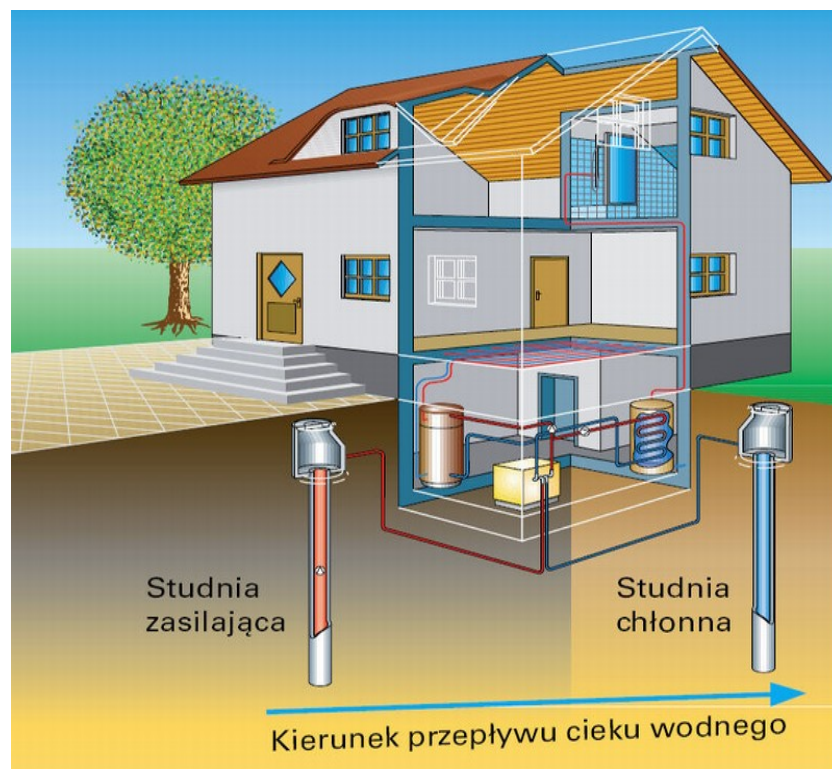
- Pompy ciepła przetwarzają energię pochodzącą z powietrza, gruntu, skał czy wody na ciepło użytkowe.
- Czynnik roboczy przekazuje ciepło z dolnego źródła ciepła do górnego źródła ciepła.

Przykład instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii aerotermalnej



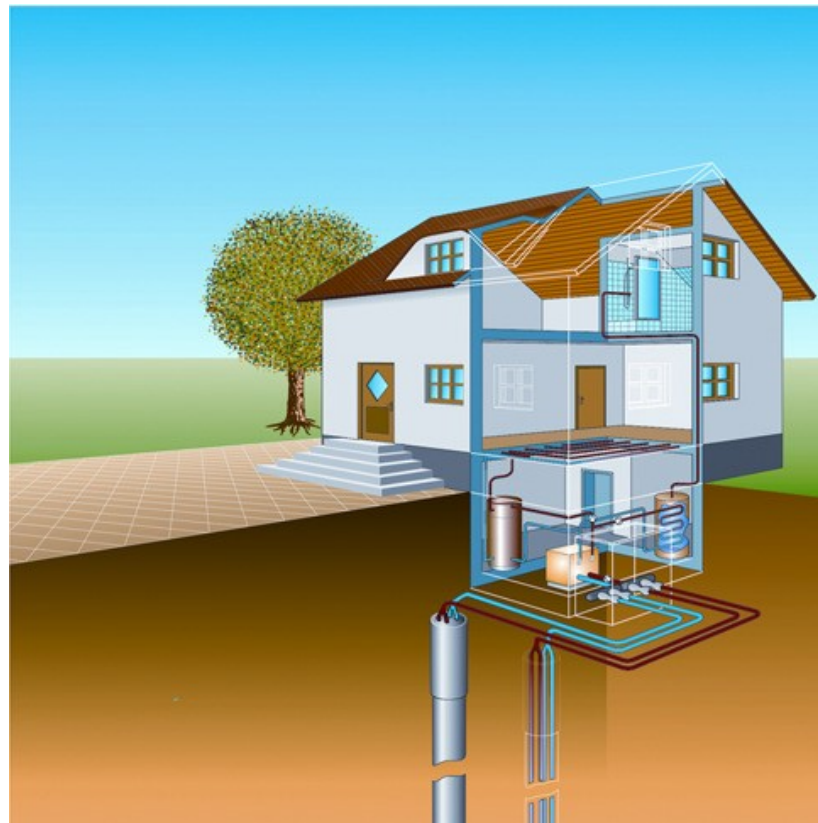
Źródło: European Heat Pump Association

Przykład instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii geotermalnej (woda/woda)



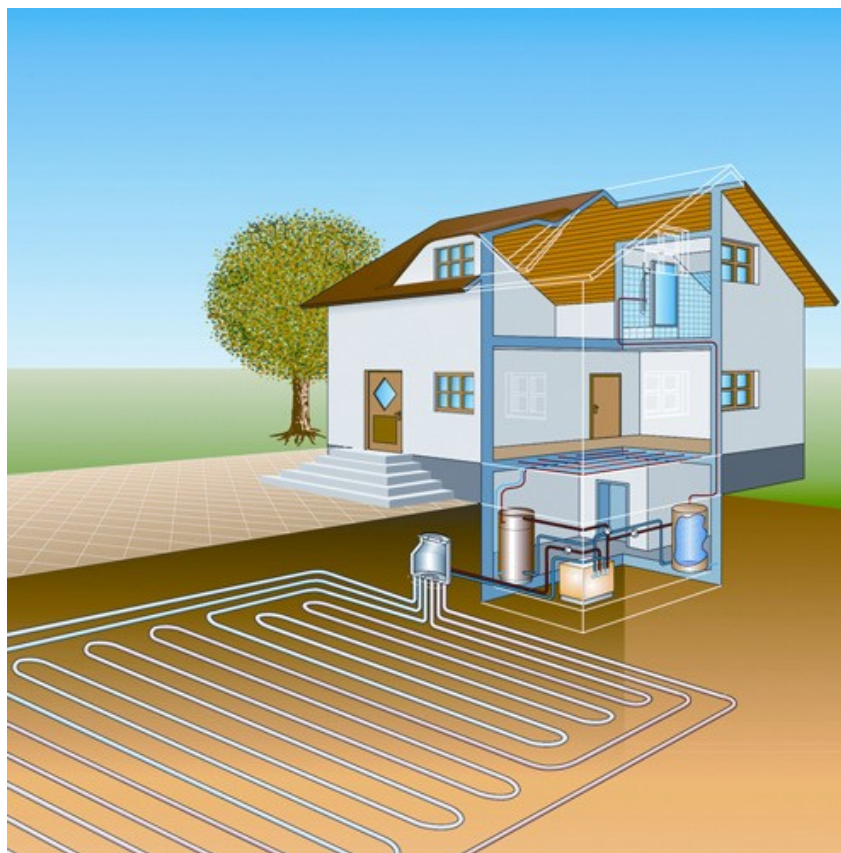
Źródło: European Heat Pump Association

Przykład instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii geotermalnej (pionowe gruntowe wymienniki ciepła)



Źródło: European Heat Pump Association

Przykład instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii geotermalnej (poziome gruntowe wymienniki ciepła)



Źródło: European Heat Pump Association