

Instalacje grzewcze

W Polsce wymagania odnośnie instalacji grzewczych podaje:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - Dz. U. nr 75, poz. 690. PN-EN 12831 § 132-139
- PN-EN ISO 6946 Komponenty budowlane i elementy budynku Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła Metoda obliczania
- PN-84 B-01400 Centralne ogrzewanie Oznaczenia na rysunkach
- PN-EN 12831 Instalacje grzewcze w budynkach Metoda obliczenia projektowanego obciążenia cieplnego
- PN-B-02431-1 Ogrzewnictwo Kotłownie wbudowane na paliwa gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1
- PN-B-02423 Ciepłownictwo Węzły ciepłownicze
- PN-87-B-02411 Kotłownie wbudowane na paliwo stałe Wymagania
- inne

KOMFORT CIEPLNY

Zestaw parametrów (zakres) komfortu cieplnego to stan, w którym człowiek nie odczuwa ani ciepła, ani chłodu.

Podstawowe parametry komfortu:

- temperatura powietrza,
- prędkość przepływu powietrza,
- temperatura promieniowania,
- wilgotność powietrza

Povl Ole Fanger stwierdził, że odczucia cieplne ludzi są trudne do zdefiniowania i zależą nie od jednego, ale od kilku czynników, z których najistotniejsze to:

- ☐ wydatek energetyczny (ilość ciepła wytwarzanego w organizmie),
- ☐ opór przewodzenia ciepła przez odzież,
- ☐ temperatura powietrza,
- ☐ średnia temperatura promieniowania,
- ☐ względna prędkość przepływu powietrza,
- ☐ ciśnienie cząstkowe pary wodnej w otaczającym powietrzu

PN-EN ISO 7730: 2006 „Ergonomia środowiska termicznego -- Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego”.

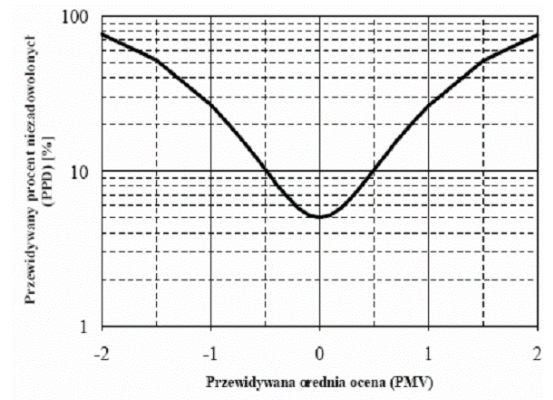
KOMFORT CIEPLNY - wskaźniki

Przewidywana średnia ocena PMV

(ang. = predicted mean vote) jest wskaźnikiem odnoszącym się do stanu ustalonego i bazującym na równowadze cieplnej ciała ludzkiego względem środowiska, w którym się człowiek znajduje; tzn. kiedy wewnętrzne ciepło wytworzone przez organizm ludzki jest równe ciepłu oddanemu do otoczenia

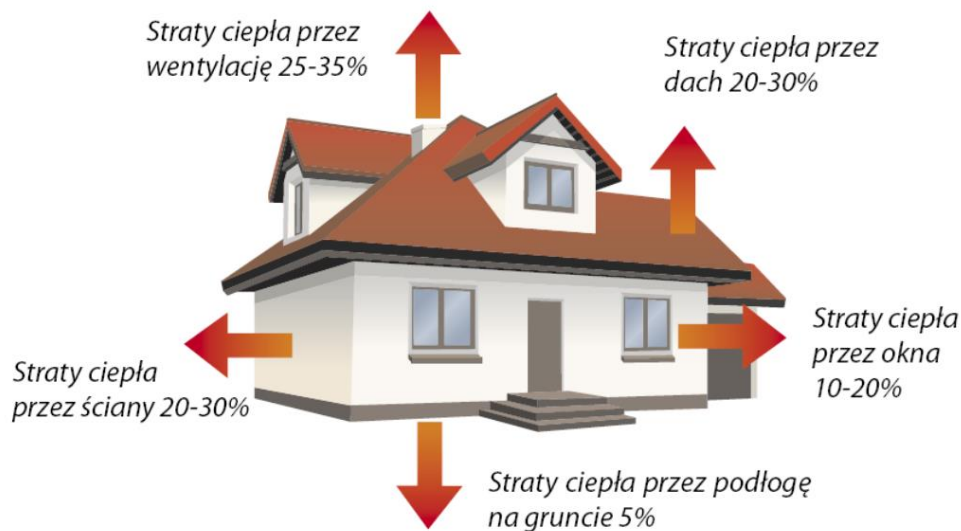
Przewidywany odsetek niezadowolonych PPD

odnosi się do dużej grupy ludzi i obrazowo przedstawia liczbę osób niezadowolonych na każdych 100 poddanych badaniu przebywających w tym samym środowisku



Obciążenie cieplne budynku [kW]

- Statyczne straty ciepła przez przegrody.
- Wentylacyjna strata ciepła (ogrzanie powietrza wentylującego).



Ruch ciepła

- **Przewodzenie ciepła**
Wymiana ciepła między dwoma stykającym się ciałami. Intensywność przewodzenia ciepła zależy od właściwości danego materiału. Straty ciepłne z budynku przez przegrody budowlane są związane głównie z przewodzeniem.
- **Konwekcja (unoszenie)**
Omywanie powietrzem. Różnica temperatur wywołuje konwekcję swobodną (ruch cząstek na skutek zmiany gęstości powietrza). Wentylator wywołuje konwekcję wymuszoną.
- **Promieniowanie cieplne**
Forma wymiany energii między dwoma ciałami, które nie stykają się ze sobą. Promieniowanie jest częściowo absorbowane, a częściowo odbijane.

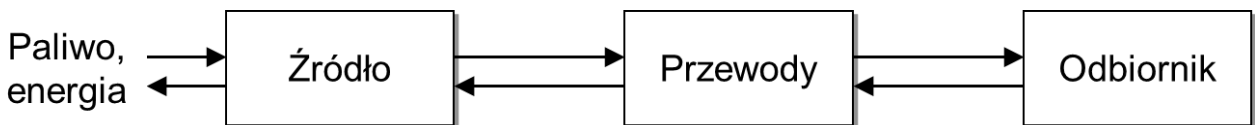
Energochłonność budynku



Systemy i instalacje budynkowe

Ogólny schemat instalacji:

- Źródło (ciepła, chłodu, powietrza)
- Przewody (rury, kanały wentylacyjne)
- Odbiornik (ciepła, chłodu, powietrza)
- Układ automatycznej regulacji



Wymagania stawiane ogrzewaniom

- Temperatura w pomieszczeniu ogrzewanym (średnia temperatura powietrza i ścian) powinna być możliwie równomierna w pionie, poziomie i stała w czasie.
Badania wzajemnych wpływów temperatury powietrza i otaczających powierzchni wykazały, że odczucie temperatury przez człowieka odpowiada w przybliżeniu średniej pomiędzy wartościami tych obu temperatur (temperatura odczuwalna). Duże różnice pomiędzy temperaturą powietrza a temperaturą promieniowania odczuwane są przez człowieka jako dyskomfort nawet przy wystarczająco wysokich temperaturach powietrza. Szczególnie nieprzyjemne są duże, zimne powierzchnie ścian lub okien.
- Możliwość zmiany temperatury odczuwalnej w pewnych granicach, odpowiednio do życzenia użytkowników (regulacja).
- Regulacja ogrzewania powinna mieć małą bezwładność.
- Jakość powietrza w pomieszczeniu nie powinna ulegać pogorszeniu (pyły, gazy, hałasy, przeciągi, itp.).
- Elementy grzejne powinny być łatwe do czyszczenia i estetyczne.
- Nawiewane powietrze zewnętrzne nie powinno powodować szkodliwych przeciągów i dyskomfortu. Odpowiednia ilość.

- Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne powinny być niskie.
- Ogrzewanie nie powinno być uciążliwe dla środowiska naturalnego.

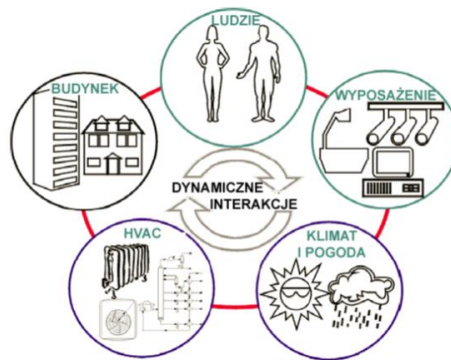
Nie istnieje system ogrzewania, który w równej mierze speniałby wszystkie powyższe wymagania. Wszystkie rozwiązania mają swoje zalety i wady.

Rodzaj ogrzewania wybierany jest z uwzględnieniem wielu czynników, jak np. rodzaj budynku, okres użytkowania, ilość osób, rodzaj paliwa, koszty urządzeń, koszty eksploatacji, reżim technologiczny, przepisy i inne.

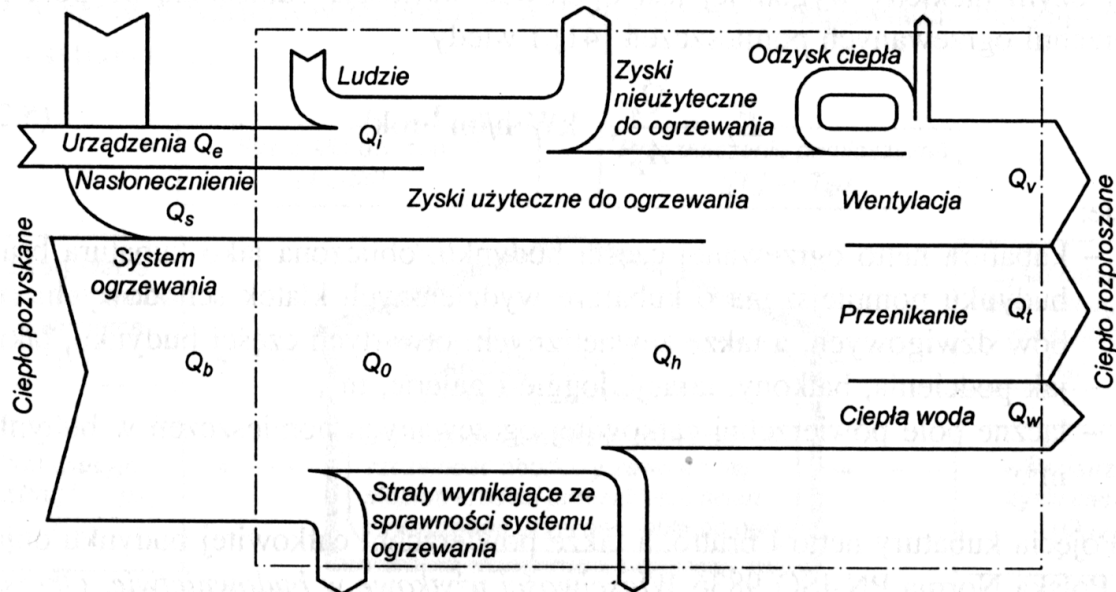
Bilans cieplny budynku

W bilansie cieplnym pomieszczenia uwzględnia się:

- straty ciepła związane z jego przenikaniem przez obudowę i wentylacją pomieszczeń,
- zyski ciepła od docierającego do pomieszczenia promieniowania słonecznego i wewnętrzne od ludzi i wyposażenia.



Bilans energetyczny budynku mieszkalnego



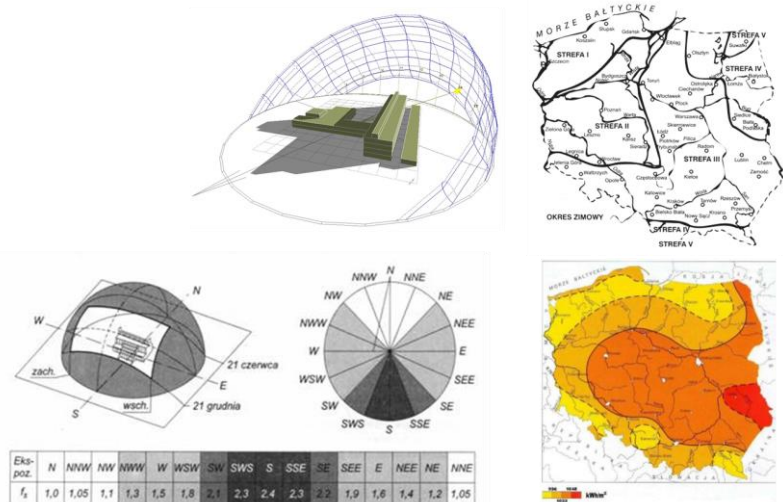
Bilans cieplny budynku

Udziały ww. składników w bilansie cieplnym budynku zależą od:

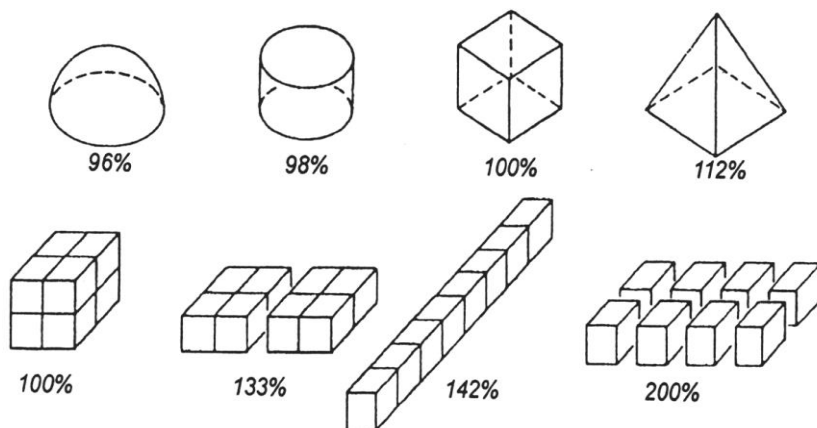
- jego lokalizacji i usytuowania względem kierunków geograficznych i sąsiedniej zabudowy,
- wielkości i kształtu bryły budynku,
- ilości i rozmieszczenia okien i innych elementów przezroczystych w przegrodach zewnętrznych,
- izolacyjności cieplnej obudowy,
- przepuszczalności promieniowania słonecznego części przezroczystych obudowy,
- intensywności i sposobu wentylacji pomieszczeń,
- częstości i sposobu eksploatacji pomieszczeń.

Orientacja i lokalizacja

- Strefa klimatyczna
- Promieniowanie słoneczne
- Orientacja geograficzna



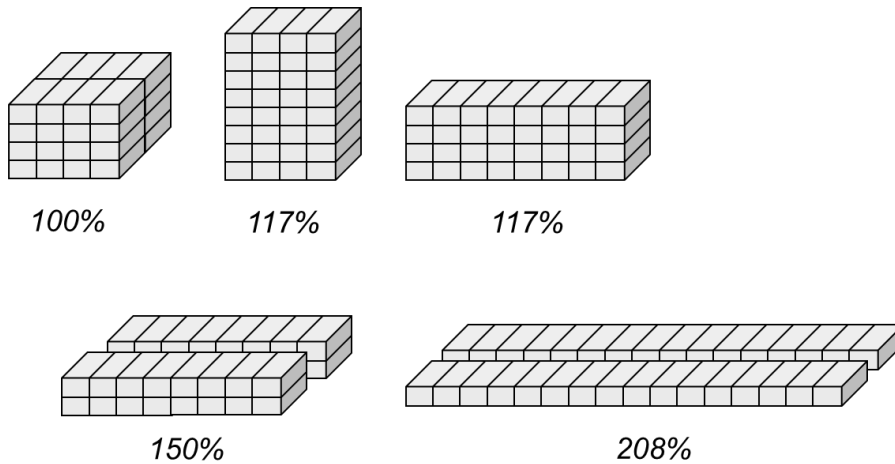
Kształt bryły a energochłonność budynku



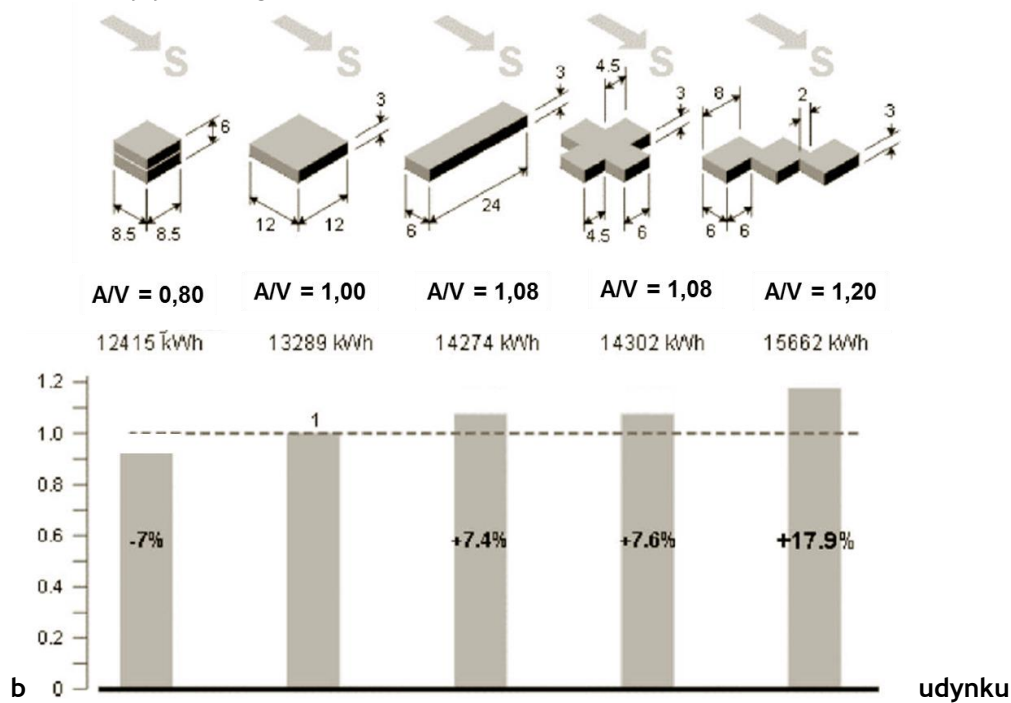
Kształt bryły a energochłonność budynku

Współczynnik kształtu A/V

A - jest sumą pól powierzchni wszystkich ścian zewnętrznych (wraz z oknami i drzwiami), dachów i podłóg na gruncie
liczonych po obrysie zewnętrznym,
V - jest kubaturą ogrzewanej części budynku,



Kształt bryły a energochłonność



Izolacyjność cieplna przegród

wg normy PN-EN ISO 6946:2004 oraz PN-EN ISO 14683:2001

Współczynnik przenikania ciepła U_k [$W/m^2 \cdot K$]	
$U_k = U_c + \Delta U_k = U + \Delta U + \Delta U_k$	
gdzie:	U – współczynnik przenikania ciepła przegrody ΔU – wartość poprawek (nieszczelności i mostki punktowe) ΔU_k – wartość dodatku na mostki liniowe według normy
$\Delta U_k = \sum (\Psi_k \cdot l_k) / A$	
gdzie:	Ψ_k – współczynnik przenikania ciepła mostka liniowego l_k – długość k-tego mostka liniowego w metrach A – powierzchnia netto przegrody w m^2 , np. bez okna, wieńca
Opór cieplny warstwy R [$m^2 \cdot K/W$]	
$R = \frac{d}{\lambda_{obl}}$	
	d – grubość warstwy [m] λ_{obl} – obliczeniowy wsp. przewodzenia ciepła [$W/m \cdot K$]
Opór cieplny przegrody R_T [$m^2 \cdot K/W$]	
$R_T = R_{se} + \sum R + R_{si} + R_0$	
gdzie wg normy w [$m^2 \cdot K/W$]:	$R_{se} + R_{si} = 0,14$ – dla stropodachu, połaci dachowych $R_{se} + R_{si} = 0,17$ – dla ścian R_0 – opór gruntu lub warstwy powietrza
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [$W/m^2 \cdot K$]	
$U = \frac{1}{R_T}$	

Izolacyjność cieplna przegród - wymagania

	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [$W/(m^2 \cdot K)$]		
		od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r. *)
1	Ściany zewnętrzne:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ C$	0,25	0,23	0,20
	b) przy $8^\circ C \leq t_i < 16^\circ C$	0,45	0,45	0,45
	c) przy $t_i < 8^\circ C$	0,90	0,90	0,90
2	Ściany wewnętrzne:			
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ C$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1,00	1,00	1,00
	b) przy $t_i < 8^\circ C$	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,30	0,30	0,30
3	Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych o szerokości:			
	a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokości co najmniej 20 cm	1,00	1,00	1,00
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,70	0,70	0,70
Pomieszczenie ogrzewane - pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia. t_i - Temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia. *) od 1 stycznia 2019 r. - w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.				

Mostki cieplne

Mostek cieplny (termiczny) to część obudowy budynku, w której jednolity opór cieplny jest znacznie zmieniony przez:

a/ całkowite lub częściowe przebicie obudowy budynku

przez materiał o innej przewodności cieplnej,

b/ zmianę grubości warstw materiałów

c/ różnicę między wewnętrznymi i zewnętrznymi powierzchniami przegród, jak to ma miejsce w przypadku połączeń ściana/podłoga/sufit.

Mostki cieplne mogą przyjmować formę mostków liniowych i punktowych.

Rozróżnia się mostki konstrukcyjne i geometryczne

norma PN-EN ISO 10211:2008P Mostki cieplne w budynkach. Strumienie ciepła i temperatury powierzchni. Obliczenia szczegółowe

Infrastruktura techniczna budynku

Przeszklenie budynku

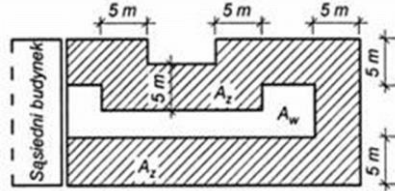
W budynku pole powierzchni A_0 , wyrażone w m^2 , okien oraz przegród szklanych i przezroczystych, obliczone według ich wymiarów modularnych, nie może być większe niż wartość A_{0max} obliczona według wzoru:

$$A_{0max} = 0,15 A_z + 0,03 A_w$$

gdzie:

A_z - jest sumą pól powierzchni rzutu poziomego wszystkich kondygnacji nadziemnych (w zewnętrznym obrysie budynku) w pasie o szerokości 5 m wzdłuż ścian zewnętrznych,

A_w - jest sumą pól powierzchni pozostałej części rzutu poziomego wszystkich kondygnacji po odjęciu A_z .



Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło

Norma PN-EN 12831 podaje wzór do obliczania całkowitej projektowej straty ciepła przestrzeni ogrzewanej w podstawowych przypadkach:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}, \quad W$$

gdzie:

$\Phi_{T,i}$ - projektowa strata ciepła ogrzewanej przestrzeni (i) przez przenikanie, W;

$\Phi_{V,i}$ - projektowa wentylacyjna strata ciepła ogrzewanej przestrzeni (i), W.

Projektowe obciążenie cieplne dla całego budynku (lub jego części) oblicza się analogicznie, w następujący sposób:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i}, \quad W$$

gdzie:

$\sum \Phi_{T,i}$ - suma strat ciepła przez przenikanie wszystkich przestrzeni ogrzewanych budynku z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz budynku, W;

$\sum \Phi_{V,i}$ - wentylacyjne straty ciepła wszystkich przestrzeni ogrzewanych z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz budynku, W;

$\sum \Phi_{RH,i}$ - suma nadwyżek mocy cieplnej wszystkich przestrzeni ogrzewanych wymaganych do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania, W.

Przeznaczenie lub sposób wykorzystania pomieszczeń	Przykłady pomieszczeń	$\Phi_{m,RC}$
- nieprzeznaczone na pobyt ludzi, przemysłowe - podczas działania ogrzewania dyżurnego (jeśli pozwalają na to względy technologiczne)	magazyny bez stałej obsługi, garaże indywidualne, hale postojowe (bez remontów), akumulatornie, maszynownie i sztyby dźwigów osobowych	5
- w których nie występują zyski ciepła, a jednorazowy pobyt ludzi znajdujących się w ruchu i okryciach zewnętrznych nie przekracza 1 h,	klatki schodowe w budynkach mieszkalnych,	8
- w których występują zyski ciepła od urządzeń technologicznych, oświetlenia itp., przekraczające 25 W na 1 m ³ kubatury pomieszczenia	hale sprężarek, pompownie, kuźnie, hartownie, wydziały obróbki cieplnej	
- w których nie występują zyski ciepła, przeznaczone do stałego pobytu ludzi, znajdujących się w okryciach zewnętrznych lub wykonujących pracę fizyczną o wydatku energetycznym powyżej 300 W,	magazyny i składy wymagające stałej obsługi, hotele wejściowe, poczekalnie przy salach widowiskowych bez szatni, kościoły,	12
- w których występują zyski ciepła od urządzeń technologicznych, oświetlenia itp., wynoszące od 10 do 25 W na 1 m ³ kubatury pomieszczenia	hale pracy fizycznej o wydatku energetycznym powyżej 300 W, hale formienni, maszynownie chłodni, ładownie akumulatorów, hale targowe, sklepy rybne i mięsne	
- w których nie występują zyski ciepła, przeznaczone na pobyt ludzi: <ul style="list-style-type: none">o w okryciach zewnętrznych w pozycji siedzącej i stojącej,o bez okryć zewnętrznych znajdujących się w ruchu lub wykonujących pracę fizyczną o wydatku energetycznym do 300 W,	sale widowiskowe bez szatni, ustępy publiczne, szatnie okryć zewnętrznych, hale produkcyjne, sale gimnastyczne,	16
- w których występują zyski ciepła od urządzeń technologicznych, oświetlenia itp., nieprzekraczające 10 W na 1 m ³ kubatury pomieszczenia	kuźnie indywidualne wyposażone w paleniska węglowe	
- przeznaczone na stały pobyt ludzi bez okryć zewnętrznych, niewykonujących w sposób ciągły pracy fizycznej	pokoje mieszkalne, przedpokoje, kuchnie indywidualne wyposażone w paleniska gazowe lub elektryczne, pokoje biurowe, sale posiedzeń, muzea i galerie sztuki z szatniami, audytoria	20
- kotłownie i węzły cieplne		
- przeznaczone do rozrabiania,	łazienki, rozrabialnie-szatnie, umywalnie, natryskownie, hale pływalni,	24
- przeznaczone na pobyt ludzi bez odzieży	gabinety lekarskie z rozrabianiem pacjentów, sale niemowląt i sale dziecięce w żłobkach, sale operacyjne	

Klasyfikacja systemów grzewczych

Podstawowy podział systemów grzewczych:

- Według położenia (lokalizacji) źródła ciepła.
- Według rodzaju paliwa.
- Według nośnika ciepła.
- Według sposobu oddawania ciepła.
- Inne

Klasyfikacja systemów grzewczych

- Według położenia źródła ciepła:
 - **ogrzewanie miejscowe**
Źródło ciepła w pomieszczeniu ogrzewanym - piece, kominki, promienniki, nagrzewnice i inne. Obsługa indywidualna.
 - **ogrzewanie centralne**
*Jedno źródło ciepła dla wszystkich pomieszczeń w budynku, nośnik ciepła, instalacja rozprowadzająca i odbiorniki.
Ekonomika, wyższa sprawność, ułatwienie obsługi, wysokie koszty budowy, rozliczenia, straty ciepła na przesyle.*
 - **ogrzewanie zdalaczynne (zcentralizowane)**
*Jedno duże źródło ciepła zasila grupę budynków, osiedle lub miasto.
Kotłownia (ciepłownia, elektrociepłownia), sieć ciepłownicza, węzeł cieplny, instalacja wewnętrzna, odbiorniki.
Oczyszczanie spalin.*

Klasyfikacja systemów grzewczych

- Według rodzaju paliwa:
 - ogrzewanie węglowe
 - ogrzewanie gazowe
 - ogrzewanie olejowe
 - ogrzewanie biomasą
 - ogrzewanie słoneczne
 - ogrzewanie pompą ciepła
 - ogrzewanie elektryczne

Podział ogólny paliw:

- **paliwa stałe**
węgiel i biomasę
- **paliwa płynne**
olej opałowy
- **paliwa gazowe**
gaz miejski, płynny

Klasyfikacja systemów grzewczych

- Według nośnika ciepła:
 - **ogrzewanie wodne**
Nośnikiem ciepła jest woda, parametry obliczeniowe, nisko i wysokoparametrowe instalacje (150/70°C, 90/70°C, 70/50°C, 45/35°C). Regulacja wydajności ilościowa, jakościowa lub ilościowo-jakościowa. Grawitacyjne lub pompowe. Systemu zamkniętego lub otwartego.
 - **ogrzewanie parowe**
Nośnikiem ciepła jest para wodna (odwadniacze, kondensat). Nisko-, średnio-, wysokoprężne i podciśnieniowe. Rzadko stosowane w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej. Technologiczne ciepło.
 - **ogrzewanie powietrzne**
Nośnikiem ciepła jest powietrze. Pośrednie (wymiennik) lub bezpośrednie (powietrzno-ogniowe). Grawitacyjne lub wentylatorowe. Powietrze obiegowe, zewnętrzne lub mieszane. Mała bezwładność cieplna, filtracja, dobra regulacja.

Klasyfikacja systemów grzewczych

- Według sposobu oddawania ciepła:
 - **ogrzewanie konwekcyjne**
ruch ogrzanego powietrza, konwekcja swobodna i wymuszona
 - **ogrzewanie promiennikowe**
promieniowanie cieplne z elementu grzejnego
 - **ogrzewanie nawiewne**
mechaniczne nawiewanie ciepłego powietrza
 - **ogrzewanie kombinowane**
połączenie powyższych, w różnych konfiguracjach i udziałach procentowych

Klasyfikacja systemów grzewczych

Nazewnictwo systemów grzewczych.

Nie zawsze nazwa w pełni i dokładnie opisuje układ technologiczny instalacji. Przykłady:

- *Ogrzewanie miejscowe piecem akumulacyjnym na paliwo stałe.*
- *Elektryczne ogrzewanie miejscowe listwami grzejnymi.*
- *Centralne ogrzewanie wodne niskoparametrowe.*
- *Centralne ogrzewanie olejowe.*
- *Centralne ogrzewanie powietrzne.*
- *Centralne ogrzewanie zasilane zdalaczynnie.*
- *Centralne ogrzewanie parowe niskoprężne.*

Wymagania i osprzęt dodatkowy

W zależności od rodzaju systemu ogrzewania:

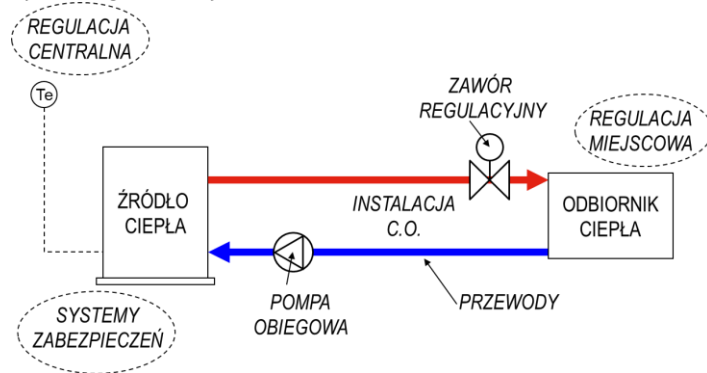
- Praca automatyczna lub wymagana obsługa ręczna
podawanie paliwa, uruchamianie, wyłączenie
- Różne możliwości i sposoby regulacji
płynna, stopniowa, brak, automatyczna, ręczna, regulacja temperatury
- Różne wymagania odnośnie osprzętu i instalacji towarzyszących
inst. paliwowa, magazyn paliwa, odprowadzanie spalin
- Różne wymagania odnośnie pomieszczeń technologicznych
kotłownia, magazyn paliwa, magazyn żużla, wentylacja
- Różne rygory technologiczne i bezpieczeństwa
zamarzanie, p.poż., wybuchowe, porażenia prądem
- Inne

Systemy i instalacje budynkowe

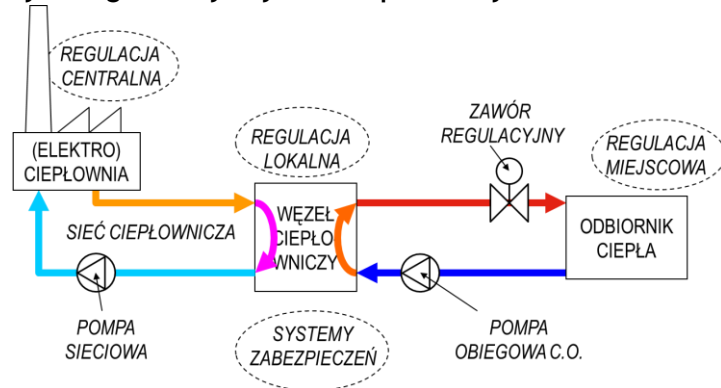
Ogólny schemat instalacji:

- Źródło (ciepła, chłodu, powietrza)
- Przewody (rury, kanały wentylacyjne)
- Odbiornik (ciepła, chłodu, powietrza)
- *Układ automatycznej regulacji*

System grzewczy - źródło lokalne



System grzewczy - system ciepłowniczy



Instalacja grzewcza materiały

Stosuje się rury:

- stalowe - ze szwem, gwintowane,
- miedziane
- z tworzyw sztucznych PP, PE-X, PB

Przewody celem obniżenia strat ciepła izoluje się

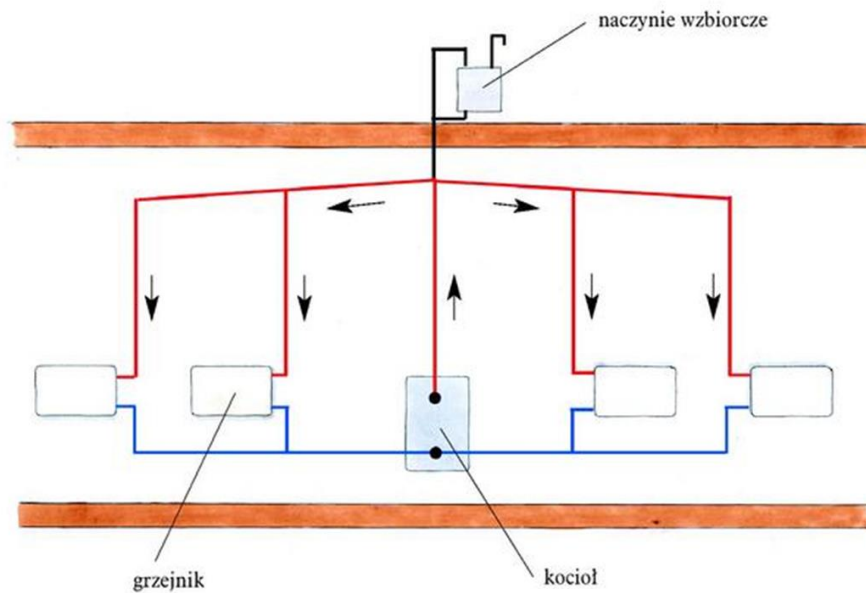
- wymagania podane w Rozporządzeniu nr 75

Grzejniki

- Grzejniki konwekcyjne (np. grzejniki członowe żeliwne, grzejniki z rur gładkich i ożebrowanych, grzejniki stalowe płytowe, konwektory)
- Grzejniki promieniujące (grzejniki płaszczyznowe)

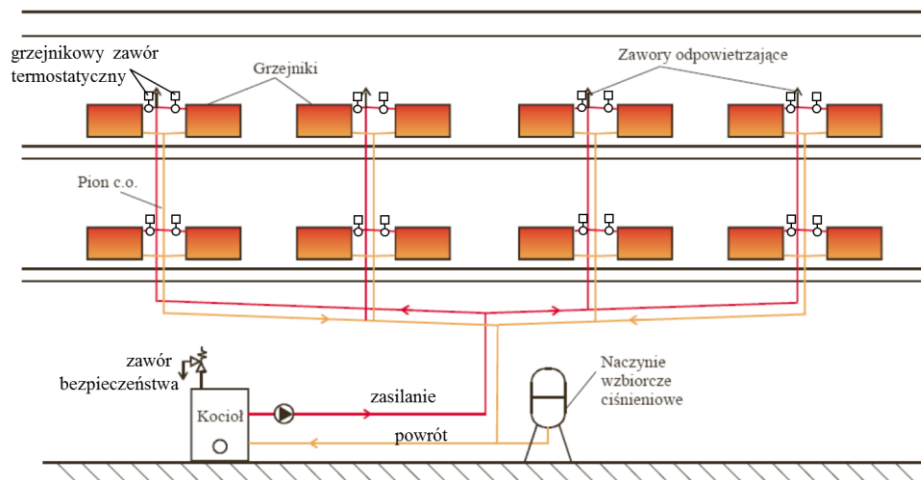
Ogrzewania wodne - instalacje c.o.

Proste ogrzewanie grawitacyjne (termosyfonowe)



Ogrzewania wodne - instalacje c.o.

Klasyczna instalacja pompowa - z pionami wznosnymi



Ogrzewanie grawitacyjne vs pompowe

Dlaczego warto wybrać ogrzewanie pompowe?

- Woda w instalacji nagrzewa się szybciej i ma mniejszą bezwładność dzięki temu, że pojemność wodna układu jest mniejsza.
- Jest łatwiejsze w regulacji, zarówno centralnej (automatyka sterująca pracą kotła), jak i miejscowej (np. poprzez zawory termostatyczne).
- Pompa wytwarza wyższe ciśnienie, co umożliwia stosowanie rur o dużo mniejszych średnicach.
- Niższe są koszty rur, bo mniejsza jest ich średnica.
- Dzięki niewielkim średnicom mniejsze są straty ciepła w przewodach.
- Nie ma ograniczeń co do wielkości instalacji.
- Mamy większą swobodę w rozprowadzaniu rur - mogą występować załamania i zasyfonowania na pionach.
- Grzejniki można instalować poniżej kotła.
- W ogrzewaniu pompowym można zastosować zarówno otwarte, jak i zamknięte naczynie wzbiorcze.

Dlaczego warto wybrać ogrzewanie grawitacyjne?

- Wykazuje większą niezawodność, gdyż nie ma pompy, która może ulec uszkodzeniu.
- Jego działanie nie zależy od zasilania prądem elektrycznym.
- Nie ma ciągłego poboru prądu.
- Koszty konserwacji i napraw są niższe o użytkowanie pompy obiegowej.
- Pracy instalacji towarzyszy mniejszy hałas wytwarzany przez wodę płynącą w rurach. Im szybciej krąży woda (dzieje się tak w instalacjach pompowych), tym praca instalacji jest głośniejsza.

Ogrzewanie płaszczyznowe

- Ogrzewanie podłogowe
- Ogrzewanie sufitowe
- Ogrzewanie ścienne

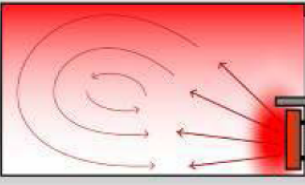
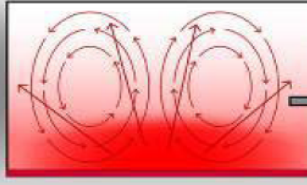
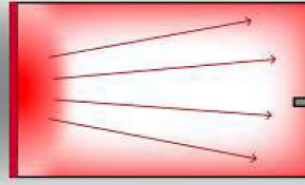
W systemie ogrzewania płaszczyznowego przewody, którymi płynie ogrzana woda, oddają ciepło do pomieszczenia równomiernie na całej powierzchni przegrody.

Rury można układać w **meander** - (ale zakres stosowania jest ograniczony średnicą rury i jej minimalnym promieniem gięcia) lub **spiralnie**.

Oszczędności energetyczne

Obniżenie temperatury w pomieszczeniu ogrzewanym o ok. 2-4°C pozwala zaoszczędzić 24% energii, Niska temperatura zasilania wody (30-50°C), zmniejszenie ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego ze względu na niższą temperaturę powietrza w pomieszczeniu.

Porównanie systemów ogrzewania

Ogrzewanie grzejnikowe	Ogrzewanie podłogowe	Ogrzewanie ściennie
 <ul style="list-style-type: none"> • oddawanie ciepła głównie na drodze konwekcji • rozkład temperatury: ciepło u góry, zimno na dole • wysoka temperatura zasilania: stare instalacje 90°C, nowe 75°C (min 55°C) • wysoka temperatura powierzchni grzejnej • przeciętna temperatura powietrza w pomieszczeniu 22°C • dodatnia - niekorzystna jonizacja powietrza • cyrkulacja kurzu i alergenów • ograniczenia 	 <ul style="list-style-type: none"> • oddawanie ciepła przez głównie promieniowanie • w miarę równomierny rozkład temperatury: ciepło na dole, chłodniej na górze • temperatura zasilania: 35÷45°C • temperatura powierzchni grzejnej: 23÷28°C • przeciętna temperatura powietrza w pomieszczeniu: 18÷20°C • nie powoduje niekorzystnej jonizacji powietrza • czasami powoduje cyrkulację kurzu i alergenów • zachowanie pokrycia podłogi podczas eksploatacji tak jak w projekcie ogrzewania 	 <ul style="list-style-type: none"> • oddawanie ciepła głównie przez promieniowanie • równomierniejszy rozkład temperatury na całej wysokości pomieszczenia • temperatura zasilania: 35÷45°C • temperatura powierzchni grzejnej: 24÷27°C • przeciętna temperatura powietrza w pomieszczeniu: 17÷18°C • nie powoduje niekorzystnej jonizacji powietrza • nie powoduje cyrkulacji kurzu i alergenów

Wady ogrzewania podłogowego

- koszt instalacji (wyższy od kosztu tradycyjnej instalacji grzejnikowej o 30-40%),
- ograniczenie wydajności cieplnej - nie jest pokrywane całkowite zapotrzebowanie na ciepło pomieszczeń o dużych stratach ciepłych (80 W/m²),
- większa bezwładność cieplna (opóźnienie reakcji na sterowanie w stosunku do ogrzewania tradycyjnego),
- ograniczenie w stosowaniu wykładzin (zależy to od przewodnictwa cieplnego wykładzin),
- ogrzewanie musi być przewidziane na etapie projektu domu, brak możliwości zmiany powierzchni grzejnej,
- wyższy koszt naprawy uszkodzonych przewodów.

Ogrzewanie powietrzne

Zalety

- mniejsze wymiary i większa dowolność prowadzenia przewodów,
- niższa temperatura nawiewu,
- większa moc źródła ciepła przy tej samej powierzchni grzejnej,
- mniejsza bezwładność cieplna i
- większa możliwość regulacji temperatury oraz strumienia objętości powietrza,
- możliwość zastosowania urządzeń do obróbki powietrza.

Wady

- hałas
- gorszy pionowy rozkład temperatury
- mniej korzystny sposób przekazywania ciepła