

Sprawność przesyłu

Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych

Dział X. Oszczędność energii i izolacyjność cieplna

10) § 328 i 329 otrzymują brzmienie:

„§ 328. 1. Budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynku użyteczności publicznej również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby ilość ciepła, chłodu i energii elektrycznej, potrzebnych do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie.

2. Budynek powinien być zaprojektowany i wykonany w taki sposób, aby ograniczyć ryzyko przegrzewania budynku w okresie letnim.

§ 329. 1. Wymaganie określone w § 328 ust. 1 uznaje się za spełnione dla budynku mieszkalnego, jeżeli:

1) przegrody zewnętrzne budynku oraz technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej oraz powierzchnia okien spełnia wymagania określone w pkt 2.1. załącznika nr 2 do rozporządzenia, przy czym dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie średniego współczynnika przenikania ciepła osłony budynku o nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania, **lub**

2) wartość wskaźnika EP [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia jest mniejsza od wartości granicznych określonych odpowiednio w ust. 3 pkt 1 i 2, a także jeżeli przegrody zewnętrzne budynku odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej niezbędnej dla zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej, określonym w pkt 2.2. załącznika nr 2 do rozporządzenia, przy czym dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie wskaźnika EP o nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania.

Wymagania izolacji cieplnej przewodów i komponentów

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m · K) ¹⁾
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg poz. 1-4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	½ wymagań z poz. 1-4
6	Przewody ogrzewań centralnych wg poz. 1-4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	½ wymagań z poz. 1-4
7	Przewody wg poz. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone na zewnątrz izolacji cieplnej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku ²⁾	50% wymagań z poz. 1-4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku ²⁾	100% wymagań z poz. 1-4

Uwaga:

¹⁾ przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła niż podano w tabeli, należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej,

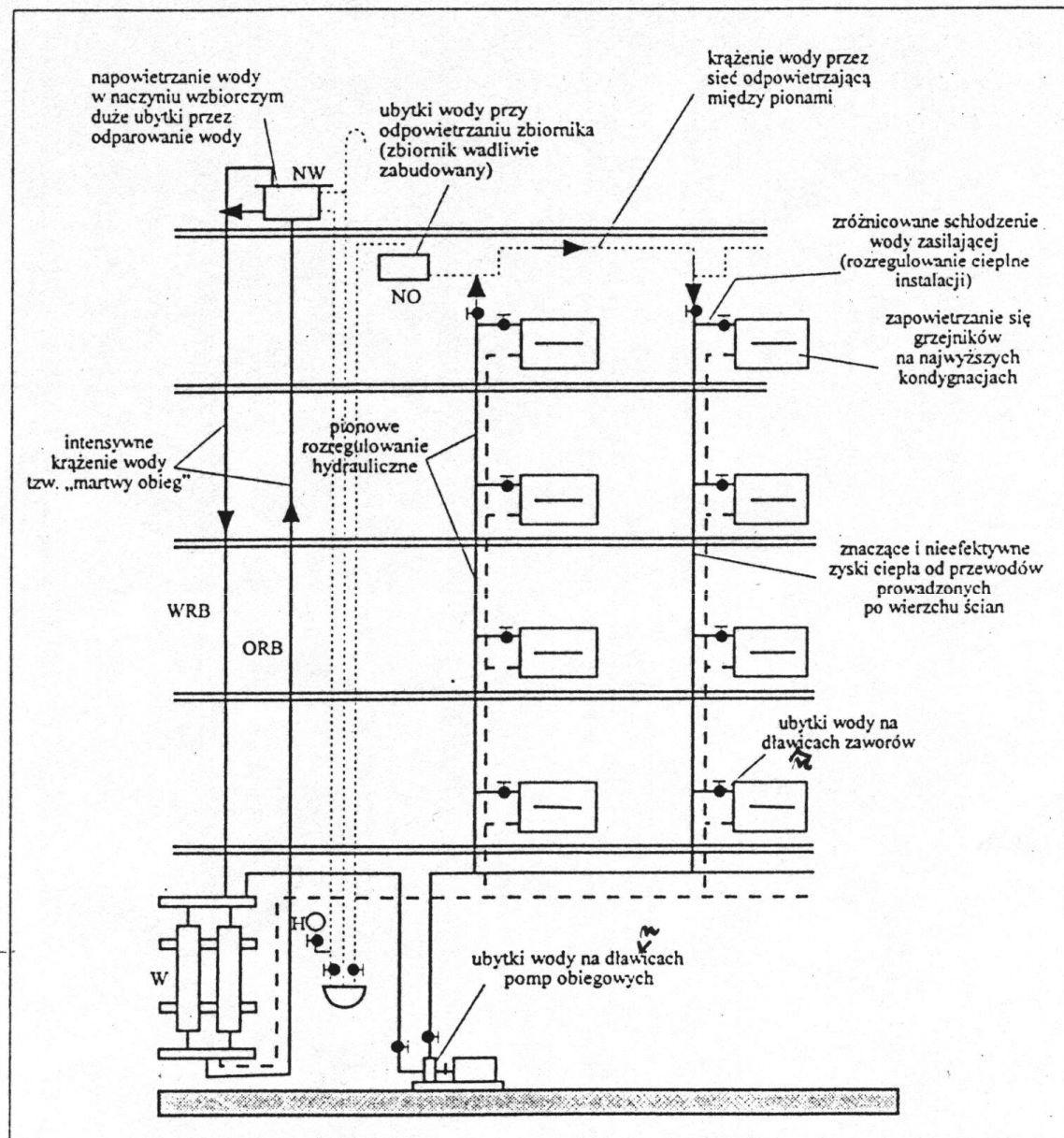
²⁾ izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania energii końcowej

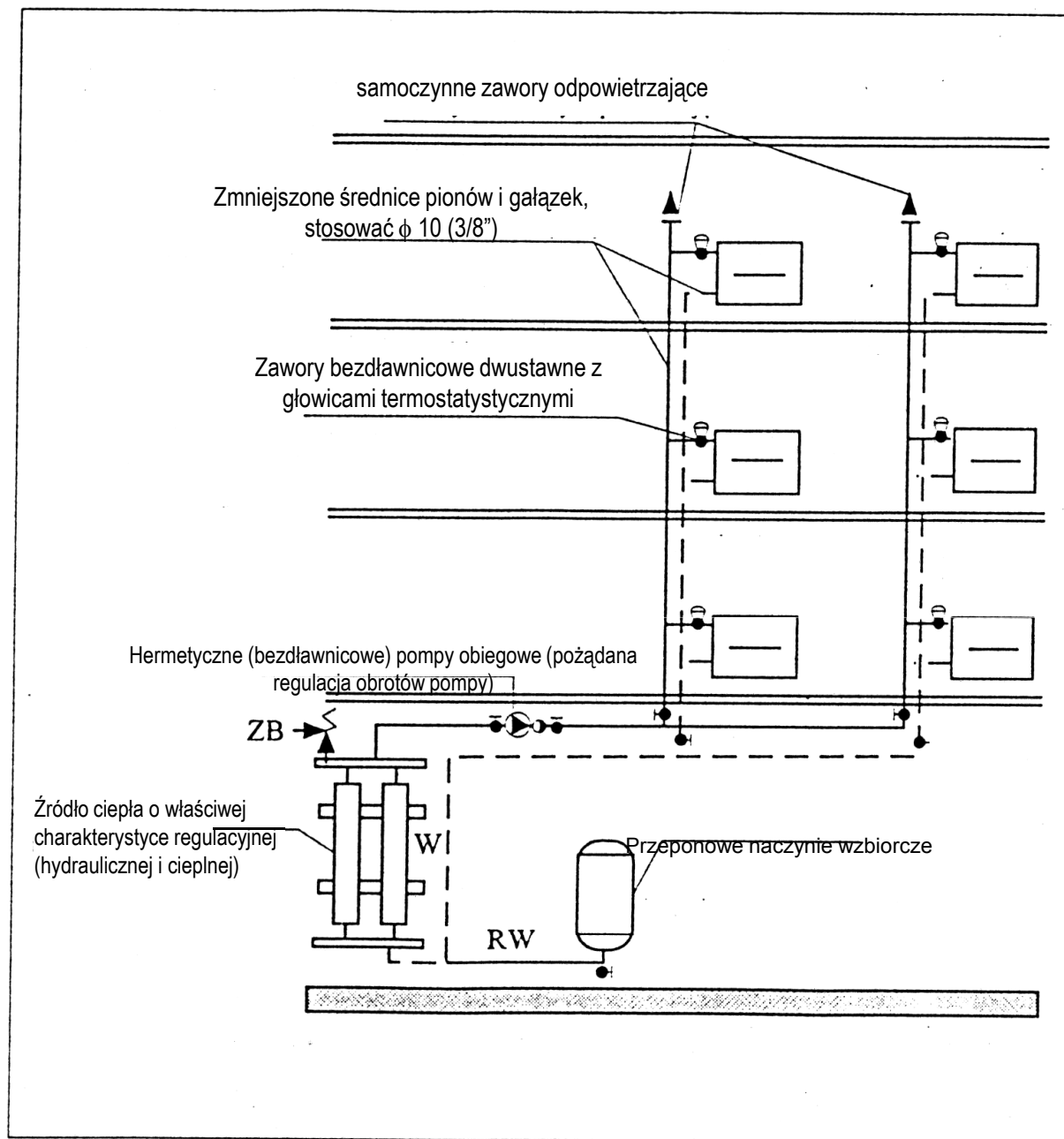
$$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot} \quad \text{kWh/a} \quad (1.5)$$

Sprawność isnt. c.o. - $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e}$

$Q_{H,nd}$	zapotrzebowanie energii użytkowej (ciepła użytkowego) przez budynek (lokal),	kWh/a
$\eta_{H,tot}$	średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku – od wytwarzania (konwersji) ciepła do przekazania w pomieszczeniu,	-
$\eta_{H,g}$	średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczanej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej),	-
$\eta_{H,s}$	średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią),	-
$\eta_{H,d}$	średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią),	-
$\eta_{H,e}$	średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w budynku (w obrębie osłony bilansowej)	-



Rys. 1 Schemat typowej instalacji c.o. systemu tradycyjnego [4]



Rys. 2 Schemat unowocześnionej instalacji c.o. systemu tradycyjnego [4]

Wyznaczanie sprawności instalacji c.o.

Wyznaczenie sprawności instalacji c.o. wydaje się proste, jeżeli autor świadectwa wykorzysta zawarte w rozporządzeniu RMI-Ś odpowiedzi zamieszczone w odpowiednich tabelach.

Aktualnie autorzy świadectw wykorzystują taką możliwość choć w rozporządzeniu RMI-Ś uprawnienie do wykorzystanie wartości zamieszczonych w tabelach w zakresie sprawności transportu oraz akumulacji jest dość ograniczone.

Dotyczy to jedynie budynków, dla których nie mamy szczegółowych informacji instalacji c.o. i c.w.u

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania energii końcowej

$$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot} \quad \text{kWh/a} \quad (1.5)$$

Sprawność isnt. c.o. - $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e}$

$Q_{H,nd}$	zapotrzebowanie energii użytkowej (ciepła użytkowego) przez budynek (lokal),	kWh/a
$\eta_{H,tot}$	średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku – od wytwarzania (konwersji) ciepła do przekazania w pomieszczeniu,	-
$\eta_{H,g}$	średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczanej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej),	-
$\eta_{H,s}$	średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią),	-
$\eta_{H,d}$	średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią),	-
$\eta_{H,e}$	średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w budynku (w obrębie osłony bilansowej)	-

Tabela 4a. Sprawności przesyłu (dystrybucji) ciepła $\eta_{H,d}$ (wartości średnie)

Lp.	Rodzaj instalacji grzewczej	$\eta_{H,d}$
1	Źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy)	1,0
2	Ogrzewanie mieszkaniowe (kocioł gazowy lub niniwęzeł)	1,0
3	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła ¹⁾ usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanym	0,96-0,98
4	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach nieogrzewanych	0,92-0,95
5	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, bez izolacji cieplnej na przewodach, armaturze i urządzeniach, które są zainstalowane w pomieszczeniach nieogrzewanych	0,87-0,90
6	Ogrzewanie powietrzne	0,95

¹⁾ węzeł cieplny, kotłownia gazowa, olejowa, węglowa, biopaliwa

	sprawność nowej instalacji c.o.				
źródło ciepła	wytwarzania	przesyłu	regulacji i wykorzystania	akumulacji	$\eta_{c.o.}$
kocioł na węgiel	0,75	0,97	0,95	0,9	62%
kocioł na gaz	0,94	0,97	0,97	1	88%
kocioł kondensacyjny	0,99	0,97	0,98	1	94%
kocioł na bimasę	0,75	0,96	0,93	0,9	60%
energia elektryczna	1	0,97	0,98	1	95%
kogeneracja z węgla	1	0,97	0,97	1	94%
kogeneracja z biomasy	1	0,97	0,97	1	94%
ciepłownia węglowa	1	0,97	0,97	1	94%
ciepłownia gazowa	1	0,97	0,97	1	94%
kolektory słoneczne	0,4	0,95	0,95	0,6	22%

Założenia, wytyczne i uwagi z RMI-Ś

- W przypadku kilku nośników energii lub kilku wydzielonych stref i instalacji, obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla każdego przypadku. Oznacza to, że wprowadzając dane o mieszkaniach z różnymi źródłami energii każde mieszkanie wymaga opisanie oddzielnie w zakresie sprawności choć mieszkania są w tym samym budynku. Certyfikaty należy wykonać dla każdego mieszkania osobno.
- W budynkach lub mieszkaniach z instalacją wentylacyjną wyposażoną w oddzielne źródło ciepła do ogrzewania powietrza wentylacyjnego, wykorzystującym taki sam nośnik energii jak w źródle ciepła instalacji ogrzewczej, roczne zapotrzebowanie energii końcowej na ogrzewanie i wentylację należy obliczać ze wzorów

$$\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e}$$
$$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot}$$

przyjmując w obliczeniach średnie wartości sprawności częściowych w instalacji grzewczej i wentylacyjnej obliczone z uwzględnieniem udziałów strat ciepła przez przenikanie i straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w całkowitej stracie ciepła lokalu mieszkalnego.

- Zyski ciepła od instalacji transportu nośnika ciepła i modułów pojemnościowych, jeżeli są one zlokalizowane wewnątrz osłony izolacyjnej budynku, to są wliczane do wewnętrznych zysków ciepła??
- Jeżeli instalacja transportu nośnika ciepła jest zaizolowana i położona w brzdach, to nie uwzględnia się tej części instalacji w obliczeniach strat ciepła.
- Dla wszystkich lokali mieszkalnych, które są podłączone do wspólnej instalacji ogrzewania i/lub ciepłej wody użytkowej, sprawności częściowe we są takie same jak dla ocenianego budynku. Sprawności częściowe uwzględnione we wzorze należy wyznaczać w oparciu o:
 - obowiązujące przepisy,
 - dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz urządzeń,
 - wiedzę techniczną oraz wizję lokalną obiektu,dostępne dane katalogowe urządzeń, elementów instalacji ogrzewczej i wentylacyjnej obiektu,

Obliczania sprawności transportu

Przyjęcie wartości z tabel jest dopuszczane jedynie w przypadku kiedy nie ma dostępu do dokumentacji na podstawie której można wyliczyć sprawność transportu i akumulacji.

Kiedy jest dostęp do dokumentacji, autor jest zobowiązany wykonać obliczenia sprawności transportu i akumulacji instalacji c.o. oraz c.w.u.

Wyznaczenie sprawności magazynowania i transportu instalacji:

$$\Delta Q_{H,e} = Q_{H,nd} \cdot (1/\eta_{H,d} - 1)$$

średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią) obliczyć należy zgodnie ze wzorem RMI[4]

$$\eta_{H,d} = (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e}) / (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e} + \Delta Q_{H,d})$$

średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią) należy obliczać zgodnie ze wzorem RMI[4]

$$\eta_{H,s} = (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e} + \Delta Q_{H,d}) / (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e} + \Delta Q_{H,d} + \Delta Q_{H,s})$$

$\Delta Q_{H,e}$ uśrednione sezonowe straty ciepła w wyniku niedoskonałej regulacji i przekazania ciepła w budynku, kWh/a

$\Delta Q_{H,d}$ uśrednione sezonowe straty ciepła instalacji transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w budynku (w osłony bilansowej lub poza nią), kWh/a

$\Delta Q_{H,s}$ uśrednione sezonowe straty ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią), kWh/a

Moim zdaniem sprawność transportu-należy obliczać

Sprawność transportu należy obliczać w poza osłoną bilansową i w osłonie bilansowej budynku. Czy to jest poprawne założenie?

Autor rozporządzenia wskazuje, że dla instalacji c.o. straty transportu w osłonie bilansowej są jednocześnie zyskami ciepła, co wydaje się błędne.

Nie można przyjąć takiego założenia ponieważ dla instalacji c.o. energia oddawana przez rury c.o. jest energią poddaną takim samym zasadom co energia przekazywana przez grzejniki a związana ze sprawnością wykorzystania i regulacji.

W prawidłowo wykonanym projekcie uwzględniona jest moc grzejników oraz moc rur c.o. tak aby spełnić wymagania obciążenia cieplnego pomieszczenia czy budynku.

Cała instalacja c.o. w pomieszczeniu ogrzewanym traktowana jest jako „skumulowany grzejnik”. W zaleceniach zawartych w RMI [4] energię przekazywaną przez rury c.o. należy pomniejszyć o współczynnik efektywności wykorzystania zysków ciepła? W rzeczywistości tak nie jest.

Sprawność transportu-założenia

Energia przekazywana przez instalację – rury c.o. podlega takim samym zasadom jak energia dostarczana przez grzejniki. Jest regulowana i w przypadku kiedy bilans zysków i strat w pomieszczeniach wskazuje, że nie potrzeba podawać ciepła, automatyka pogodowa ogranicza produkcję ciepła oraz dostawy energii do pomieszczeń.

Ewentualne straty są uwzględniane na poziomie sprawność regulacji. Powinno się jednak obliczać sprawność regulacji. Potrzeba więc dokładniej przyjrzeć się systemowi zarządzania energią w budynku.

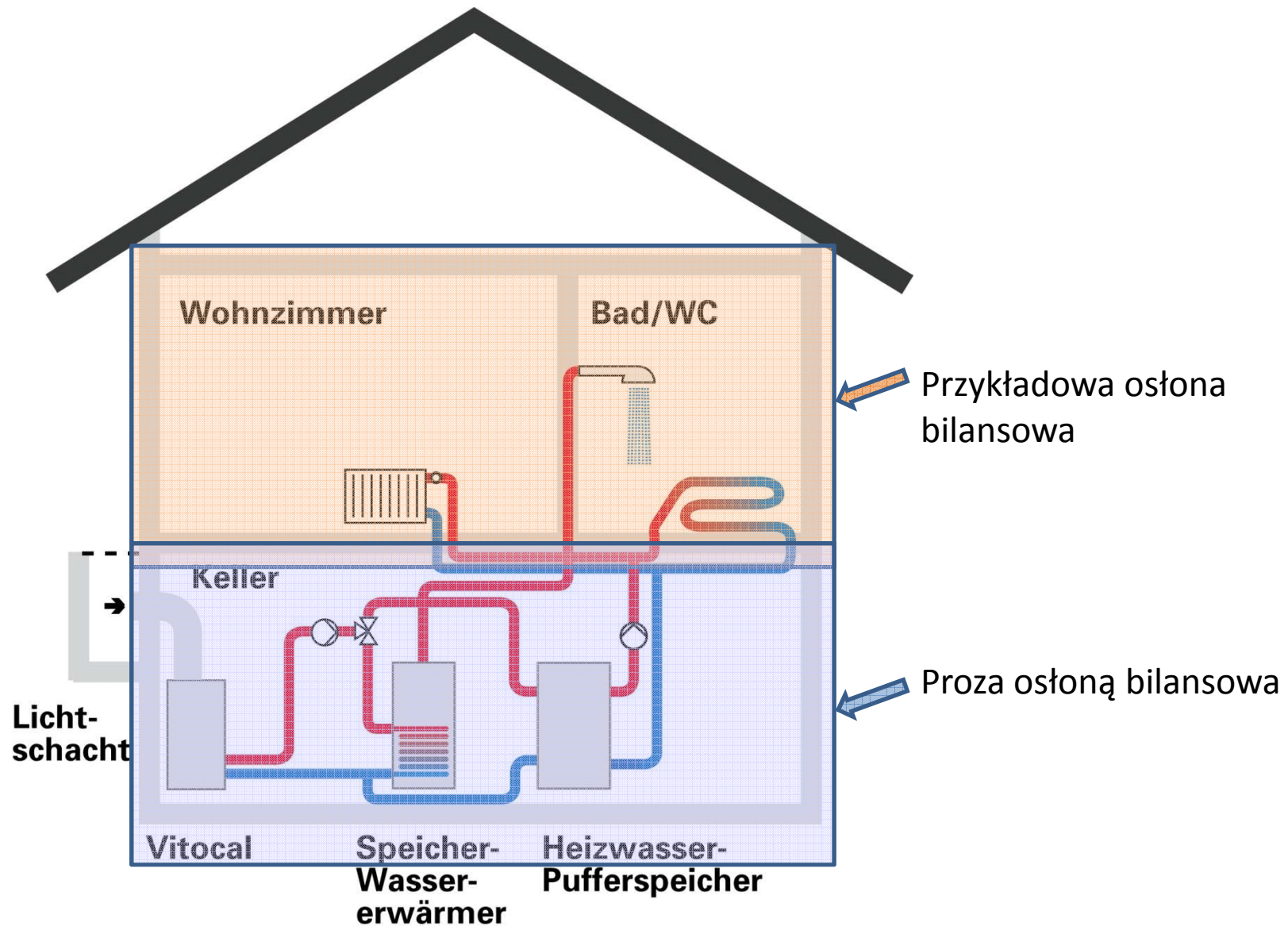
Ten tok rozumowania nie jest jednak do końca prawdziwy, nie uwzględnia występowania indywidualnej regulacji za pomocą zaworów termostatycznych.

Szczególnie ma to znaczenie gdy instalacja nie posiada centralnej regulacji, tj automatyki pogodowej lub innego typu regulacji oraz instalacji c.o. regulowana jest przez specjalne zawory termostatyczne (mini kombi) eliminujące zawory podpionowe.

W takich przypadkach rury będą dostarczać więcej energii niż wynika to z zapotrzebowania, regulacja bowiem występuje na poziomie grzejnika. Należy jednak zauważyć, że tylko niewielka część energii, będąca nadwyżką może być uwzględniona jako zysk. Bardzo trudno jest dokładnie określić nadwyżkę energii. Dodatkowo coraz mniej instalacji nie posiada automatyki pogodowej, zwłaszcza instalacji nowych. Z tego powodu przypadek ten uznaje się za bardzo rzadki i przyjęcie wartości tabelarycznych z RMI [4] daje wystarczającą dokładność szacowania sprawności transportu.

Straty transportu na pewno należy uwzględniać poza osłoną bilansową budynku np. w piwnicach nieogrzewanych, strychach nieogrzewanych. Dotyczy to sieci c.o. - sprawność transportu raz zbiorników buforowych-sprawność magazynowania.

Ostona bilansowa



Sprawność transportu

Wyznaczenie sprawności transportu instalacji:

$$\Delta Q_{H,e} = Q_{H,nd} \cdot (1/\eta_{H,d} - 1)$$

średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią) obliczyć należy zgodnie ze wzorem RMI[4]

$$\eta_{H,d} = (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e}) / (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e} + \Delta Q_{H,d})$$

Straty ciepła sieci transportu nośnika ciepła oraz zbiornika buforowego

$$\Delta Q_{H,d} = \sum (l_i \cdot q_{li} \cdot t_{SG}) \cdot 10^{-3} \quad \text{kWh/a}$$

$$\Delta Q_{H,s} = \sum (V_S \cdot q_S \cdot t_{SG}) \cdot 10^{-3} \quad \text{kWh/a}$$

l_i	długość i-tego odcinka sieci dystrybucji nośnika ciepła,	m
q_{li}	jednostkowe straty ciepła przewodów ogrzewań wodnych, wg tabeli 3a	W/m
t_{SG}	czas trwania sezonu ogrzewczego	h
V_S	pojemność zbiornika buforowego	dm ³
q_S	jednostkowe straty ciepła zbiornika buforowego, wg tabeli 3b	W/dm ³

Jednostkowe straty ciepła przez przewody centralnego ogrzewania q_l [W/m]

¹⁾ grubości izolacji podane w *Rozporządzeniu o warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* [2](WT)

Parametry °C	Izolacja termiczna przewodów	Na zewnątrz osłony izolacyjnej budynku				Wewnątrz osłony izolacyjnej budynku			
		DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
90/70°C stałe	nieizolowane	39,3	65,0	106,8	163,2	34,7	57,3	94,2	144,0
	½ grubości wg WT ¹⁾	20,1	27,7	38,8	52,4	17,8	24,4	34,2	46,2
	grubość wg WT	10,1	12,6	12,1	12,1	8,9	11,1	10,7	10,7
	2x grubość wg WT	7,6	8,1	8,1	8,1	6,7	7,1	7,1	7,1
90/70°C regulowane	nieizolowane	24,3	40,1	66,0	100,8	19,6	32,5	53,4	81,6
	½ grubości wg WT ¹⁾	12,4	17,1	24,0	32,4	10,1	13,9	19,4	26,2
	grubość wg WT	6,2	7,8	7,5	7,5	5,0	6,3	6,0	6,0
	2x grubość wg WT	4,7	5,0	5,0	5,0	3,8	4,0	4,0	4,0
70/55°C regulowane	nieizolowane	18,5	30,6	50,3	76,8	13,9	22,9	37,7	57,6
	½ grubości wg WT ¹⁾	9,5	13,0	18,3	24,7	7,1	9,8	13,7	18,5
	grubość wg WT	4,7	5,9	5,7	5,7	3,6	4,4	4,3	4,3
	2x grubość wg WT	3,6	3,8	3,8	3,8	2,7	2,8	2,8	2,8
55/45°C regulowane	nieizolowane	14,4	23,9	39,3	60,0	9,8	16,2	26,7	40,8
	½ grubości wg WT ¹⁾	7,4	10,2	14,3	19,3	5,0	6,9	9,7	13,1
	grubość wg WT	3,7	4,6	4,4	4,4	2,5	3,1	3,0	3,0
	2x grubość wg WT	2,8	3,0	3,0	3,0	1,9	2,0	2,0	2,0
35/28°C regulowane	nieizolowane	8,1	13,4	22,0	33,6	3,5	5,7	9,4	14,4
	½ grubości wg WT ¹⁾	4,1	5,7	8,0	10,8	1,8	2,4	3,4	4,6
	grubość wg WT	2,1	2,6	2,5	2,5	0,9	1,1	1,1	1,1

Jednostkowe straty ciepła przez przewody c.o. [W/m]

WEWNĄTRZ OSŁONY IZOLACYJNEJ

POZA OSŁONĄ IZOLACYJNĄ

90/70°C - STAŁE

	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nieizolowane	34,7	57,3	94,2	144,0
1/2 grubości wg WT	17,8	24,4	34,2	46,2
grubość wg WT	8,9	11,1	10,7	10,7
2 x grubość wg WT	6,7	7,1	7,1	7,1

90/70°C - REGULOWANE

	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nieizolowane	19,6	32,5	53,4	81,6
1/2 grubości wg WT	10,1	13,9	19,4	26,2
grubość wg WT	5,0	6,3	6,0	6,0
2 x grubość wg WT	3,8	4,0	4,0	4,0

55/45°C - REGULOWANE

	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nieizolowane	9,8	16,2	26,7	40,8
1/2 grubości wg WT	5,0	6,9	9,7	13,1
grubość wg WT	2,5	3,1	3,0	3,0
2 x grubość wg WT	1,9	2,0	2,0	2,0

70/55°C - REGULOWANE

	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nieizolowane	13,9	22,9	37,7	57,6
1/2 grubości wg WT	7,1	9,8	13,7	18,5
grubość wg WT	3,6	4,4	4,3	4,3
2 x grubość wg WT	2,7	2,8	2,8	2,8

35/28°C - REGULOWANE

	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nieizolowane	3,5	5,7	9,4	14,4
1/2 grubości wg WT	1,8	2,4	3,4	4,6
grubość wg WT	0,9	1,1	1,1	1,1
2 x grubość wg WT	0,7	0,7	0,7	0,7

Jednostkowe straty ciepła przez przewody c.o. [W/m]

WEWNĄTRZ OSŁONY IZOLACYJNEJ

POZA OSŁONĄ IZOLACYJNĄ

90/70°C - STAŁE

	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nieizolowane	39,3	65,0	106,8	163,2
1/2 grubości wg WT	20,1	27,7	38,8	52,4
grubość wg WT	10,1	12,6	12,1	12,1
2 x grubość wg WT	7,6	8,1	8,1	8,1

90/70°C - REGULOWANE

	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nieizolowane	24,3	40,1	66,0	100,8
1/2 grubości wg WT	12,4	17,1	24,0	32,4
grubość wg WT	6,2	7,8	7,5	7,5
2 x grubość wg WT	4,7	5,0	5,0	5,0

55/45°C - REGULOWANE

	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nieizolowane	14,4	23,9	39,3	60,0
1/2 grubości wg WT	7,4	10,2	14,3	19,3
grubość wg WT	3,7	4,6	4,4	4,4
2 x grubość wg WT	2,8	3,0	3,0	3,0

70/55°C - REGULOWANE

	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nieizolowane	18,5	30,6	50,3	76,8
1/2 grubości wg WT	9,5	13,0	18,3	24,7
grubość wg WT	4,7	5,9	5,7	5,7
2 x grubość wg WT	3,6	3,8	3,8	3,8

35/28°C - REGULOWANE

	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nieizolowane	8,1	13,4	22,0	33,6
1/2 grubości wg WT	4,1	5,7	8,0	10,8
grubość wg WT	2,1	2,6	2,5	2,5
2 x grubość wg WT	1,6	1,7	1,7	1,7

Wymagania izolacji cieplnej przewodów i komponentów

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m · K) ¹⁾
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg poz. 1-4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	½ wymagań z poz. 1-4
6	Przewody ogrzewań centralnych wg poz. 1-4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	½ wymagań z poz. 1-4
7	Przewody wg poz. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone na zewnątrz izolacji cieplnej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku ²⁾	50% wymagań z poz. 1-4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku ²⁾	100% wymagań z poz. 1-4

Uwaga:

¹⁾ przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła niż podano w tabeli, należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej,

²⁾ izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.

:

Obliczenia sprawności przesyłu dla budynku szkoły.

Cześć instalacji zlokalizowana jest w nieogrzewanej piwnicy
wznosi dla instalacji krótkiej przy izolacji spełniającej wymagania
WT2008

średnica rury i izolacja termiczna	sieć długa [m]	sieć krótka [m]
rury 32 mm izolowane wg WT2008 (30 mm)	16,42	9,2
rury 65 mm izolowane wg WT2008 (65 mm)	22	10,7
rury 50 mm izolowane wg WT2008 (50 mm)	35	12
sprawność obliczeniowa instalacji $\eta_{H,tot}$ c.o.	0,83	0,90

Sprawności przesyłu (dystrybucji) ciepła $\eta_{H,d}$ (wartości średnie)

Lp.	Rodzaj instalacji ogrzewczej	$\eta_{H,d}$
1	Źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy)	1,0
2	Ogrzewanie mieszkaniowe (kocioł gazowy lub niniwęzeł)	1,0
3	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła ¹⁾ usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanym	0,96-0,98
4	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach nieogrzewanych	0,92-0,95
5	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, bez izolacji cieplnej na przewodach, armaturze i urządzeniach, które są zainstalowane w pomieszczeniach nieogrzewanych	0,87-0,90
6	Ogrzewanie powietrzne	0,95

Jakie dane wprowadzono do obliczeń



Zestawienie sprawności instalacji c.o. dla budynku szkoły: sprawność transportu przyjętej wg podpowiedzi zawartych w RMI[4] oraz na podstawie wykonanych obliczeń dla sieci krótkiej i dłuższej poza osłoną bilansową

Poszczególne wyniki $Q_{K,H}$, $Q_{P,H}$, $\eta_{H,tot}$, EP	wartości minimalne sprawności transportu 0,92 wg tabel [4]	wartości średnie sprawności transportu 0,94 wg tabel [4]	wartości maksymalne sprawności transportu 0,95 wg tabel [4]	wartości obliczeniowa sprawności transportu sieć krótka	wartości obliczeniowa sprawności transportu sieć długa
	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok
Zapotrzebowanie energii końcowej na ogrzewanie i wentylację, $Q_{K,H}$	290133,23	283960,18	280971,12	287818	310748
Zapotrzebowanie energii pierwotnej na ogrzewanie i wentylację, $Q_{P,H}$	319146,55	312356,2	309068	316600	341823
Całkowita średnia sprawność źródeł ciepła na ogrzewanie, $\eta_{H,tot}$	0,89	0,91	0,92	0,9	0,83
Średni współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na ogrzewanie w EP WT2008=194 kWh/m2a	EP=181,85	EP=179,92	EP=178,99	EP=181,12	EP=188,29

Wnioski:

Dla budynku szkoły sprawność instalacji c.o. jest zbliżona w obu przypadkach tj przy obliczeniach wykonanych wg podpowiedzi zawartych w tabelach RMI[4] oraz dla wyników uzyskanych metodą dokładną zgodnie z RMI [4] dla sieci krótkiej poza osłoną bilansową.

Sprawność wynosi odpowiednio

$\eta_{H,tot} = 89\%$ dla $\eta_{H,d} = 92\%$, $\eta_{H,tot} = 91\%$

przy $\eta_{H,d} = 94\%$ i $\eta_{H,tot} = 92\%$ przy $\eta_{H,d} = 95\%$.

Sprawność $\eta_{H,tot} = 90\%$, dla wartości $\eta_{H,d}$ uzyskanej za pomocą metodologii obliczeniowej RMI[4]

Sprawność instalacji c.o. jest zdecydowanie różna gdy sieć poza osłoną bilansowa jest dłuższa - $\eta_{H,tot} = 83\%$ i jest o około 10% niższa od sprawności obliczonej metodą uproszczoną.

Dla poprawnego określenia sprawności instalacji c.o. należy wykonać dokładne obliczenia jeżeli występuje instalacja poza osłoną bilansową zwłaszcza jeżeli izolacja jest nieciągła lub grubość izolacji jest mniejsza od zalecanej w warunkach technicznych WT2008.

Sprawność akumulacji

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania energii końcowej

$$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot} \quad \text{kWh/a} \quad (1.5)$$

Sprawność isnt. c.o. - $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e}$

$Q_{H,nd}$	zapotrzebowanie energii użytkowej (ciepła użytkowego) przez budynek (lokal),	kWh/a
$\eta_{H,tot}$	średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku – od wytwarzania (konwersji) ciepła do przekazania w pomieszczeniu,	-
$\eta_{H,g}$	średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczanej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej),	-
$\eta_{H,s}$	średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią),	-
$\eta_{H,d}$	średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią),	-
$\eta_{H,e}$	średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w budynku (w obrębie osłony bilansowej)	-

Sprawności układu akumulacji ciepła w systemie grzewczym $\eta_{H,s}$

Lp.	Parametry zasobnika buforowego i jego usytuowanie	$\eta_{H,s}$
1	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55°C wewnątrz osłony termicznej budynku	0,93-0,97
2	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55°C na zewnątrz osłony termicznej budynku	0,91-0,95
3.	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 55/45°C wewnątrz osłony termicznej budynku	0,95-0,99
4.	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 55/45°C na zewnątrz osłony termicznej budynku	0,93-0,97
5.	Brak zasobnika buforowego	1,00

średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią) należy obliczać zgodnie ze wzorem RMI[4]

$$\eta_{H,s} = (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e} + \Delta Q_{H,d}) / (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e} + \Delta Q_{H,d} + \Delta Q_{H,s})$$

$\Delta Q_{H,e}$ uśrednione sezonowe straty ciepła w wyniku niedoskonałej regulacji i przekazania ciepła w budynku, kWh/a

$\Delta Q_{H,d}$ uśrednione sezonowe straty ciepła instalacji transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w budynku (w osłony bilansowej lub poza nią), kWh/a

$\Delta Q_{H,s}$ uśrednione sezonowe straty ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią), kWh/a

Straty ciepła sieci transportu nośnika ciepła oraz zbiornika buforowego

$$\Delta Q_{H,d} = \sum (l_i \cdot q_{li} \cdot t_{SG}) \cdot 10^{-3} \quad \text{kWh/a}$$

$$\Delta Q_{H,s} = \sum (V_s \cdot q_s \cdot t_{SG}) \cdot 10^{-3} \quad \text{kWh/a}$$

l_i	długość i-tego odcinka sieci dystrybucji nośnika ciepła,	m
q_{li}	jednostkowe straty ciepła przewodów ogrzewań wodnych, wg tabeli 3a	W/m
t_{SG}	czas trwania sezonu grzewczego	h
V_s	pojemność zbiornika buforowego	dm ³
q_s	jednostkowe straty ciepła zbiornika buforowego, wg tabeli 3b	W/dm ³

Jednostkowe straty ciepła przez zbiornik buforowy (zasobnik) w układzie centralnego ogrzewania q_s [W/dm³]

Lokalizacja a bufora	Pojemność [dm ³]	Parametry termiczne 70/55°C i wyżej			Parametry termiczne 55/45°C i niżej		
		Izolacja	Izolacja	Izolacja	Izolacja	Izolacja	Izolacja
Na zewnątrz osłony izolacyjnej budynku	100	0,7 – 0,9	1,1 – 1,4	2,0 – 2,7	0,3 – 0,5	0,5 – 0,8	0,9 – 1,6
	200	0,5 – 0,7	0,8 – 1,1	1,6 – 2,1	0,2 – 0,4	0,4 – 0,7	0,7 – 1,3
	500	0,4 – 0,5	0,6 – 0,8	1,2 – 1,6	0,2 – 0,3	0,3 – 0,5	0,5 – 1,0
	1000	0,3 – 0,4	0,5 – 0,6	1,0 – 1,3	0,1 – 0,2	0,2 – 0,4	0,4 – 0,8
	2000	0,2 – 0,3	0,4 – 0,5	0,8 – 1,0	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,6
Wewnątrz osłony izolacyjnej budynku	100	0,5 – 0,7	0,8 – 1,1	1,5 – 2,2	0,1 – 0,4	0,2 – 0,6	0,4 – 1,1
	200	0,4 – 0,6	0,6 – 0,9	1,2 – 1,7	0,1 – 0,3	0,2 – 0,4	0,3 – 0,9
	500	0,3 – 0,4	0,5 – 0,7	0,9 – 1,3	0,1 – 0,2	0,1 – 0,3	0,2 – 0,6
	1000	0,2 – 0,3	0,4 – 0,5	0,7 – 1,0	0,1 – 0,2	0,1 – 0,3	0,2 – 0,5
	2000	0,2	0,3 – 0,4	0,6 – 0,8	0,0 – 0,1	0,1 – 0,2	0,1 – 0,4

**Przy braku danych dla zastosowanych urządzeń, dla budynków istniejących
można korzystać odpowiednio z wartości zryczałtowanych podanych w tabelach**

Sprawność magazynowania obliczona wg wzory RMI

Jednostkowe straty ciepła przez zasobniki c.w.u. [W/dm³]

WEWNĄTRZ OSŁONY IZOLACYJNEJ POZA OSŁONĄ IZOLACYJNĄ

Pojemność [dm ³]	Parametry termiczne 70/55°C i wyżej			Parametry termiczne 55/45°C i niżej		
	Izolacja 10 cm	Izolacja 5 cm	Izolacja 2 cm	Izolacja 10 cm	Izolacja 5 cm	Izolacja 2 cm
100	0,60	0,95	1,85	0,25	0,40	0,75
200	0,50	0,75	1,45	0,20	0,30	0,60
500	0,35	0,60	1,10	0,15	0,20	0,40
1000	0,25	0,45	0,85	0,15	0,20	0,35
2000	0,20	0,35	0,70	0,05	0,15	0,25

Jednostkowe straty ciepła przez zasobniki c.w.u. [W/dm³]

WEWNĄTRZ OSŁONY IZOLACYJNEJ POZA OSŁONĄ IZOLACYJNĄ

Pojemność [dm ³]	Parametry termiczne 70/55°C i wyżej			Parametry termiczne 55/45°C i niżej		
	Izolacja 10 cm	Izolacja 5 cm	Izolacja 2 cm	Izolacja 10 cm	Izolacja 5 cm	Izolacja 2 cm
100	0,80	1,25	2,35	0,40	0,65	1,25
200	0,60	0,95	1,85	0,30	0,55	1,00
500	0,45	0,70	1,40	0,25	0,40	0,75
1000	0,35	0,55	1,15	0,15	0,30	0,60
2000	0,15	0,45	0,90	0,15	0,25	0,45

Ciepła woda użytkowa

Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych

Dział X. Oszczędność energii i izolacyjność cieplna

3. Maksymalne wartości EP rocznego wskaźnika obliczeniowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia, w zależności od współczynnika kształtu budynku A/V_e wynoszą:

1) w budynkach mieszkalnych do ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej (EP_{H+W}) w ciągu roku:

- a) dla $A/V_e \leq 0,2$; $EP_{H+W} = 73 + \Delta EP$; [kWh/(m² · rok)],
- b) dla $0,2 \leq A/V_e \leq 1,05$; $EP_{H+W} = 55 + 90 \cdot (A/V_e) + \Delta EP$; [kWh/(m² · rok)],
- c) dla $A/V_e \geq 1,05$; $EP_{H+W} = 149,5 + \Delta EP$; [kWh/(m² · rok)]

gdzie:

$\Delta EP = \Delta EP_W$ – dodatek na jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do przygotowania ciepłej wody użytkowej w ciągu roku,

$$\Delta EP_W = 7800 / (300 + 0,1 \cdot A_f); \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]},$$

A – jest sumą pól powierzchni wszystkich przegród budynku, oddzielających część ogrzewaną budynku od powietrza zewnętrznego, gruntu i przyległych pomieszczeń nieogrzewanych, liczona po obrysie zewnętrznym,

V_e – jest kubaturą ogrzewanej części budynku, pomniejszoną o podcienia, balkony, loggie, galerie itp., liczona po obrysie zewnętrznym,

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku (lokalu);

Budynek mieszkalny ogrzewany

Wartości graniczne dla budynku wg rozp. warunki techniczne $EP_{H+W}=EP_H+EP_W$	
EP_H	EP_W
[kWh/m ² rok]	[kWh/m ² rok]
94,6	14,2
Wartości nieodnawialnej energii pierwotnej wg. rozporządzenia w sprawie metodologii określania charakterystyki energetycznej budynku	
EPc.o obliczone po U _{max}	EPc.w.u.
[kWh/m ² rok]	[kWh/m ² rok]
99,3	85,6

Wartość EP_w dla różnych typów budynków i wpływ na wartość końcową EP_{H+W}

TYP BUDYNKU	V _{cw}	a ₁	b ₁	EP _w
	dm/j.o. doba	m ² /j.o.	dni/rok	kWh/m ² rok
Biura i urzędy	5	15	0,6	6
Szkoły bez natrysków	8	10	0,55	13
Hotele	75	20	0,6	67
Hotele z gastronom.	112	25	0,65	87
Szpitala	325	20	0,9	436
Restauracje	50	10	0,8	119
Dworce	5	25	0,8	5
Handlowo-usługowe	15	25	0,8	14

4. Obliczanie rocznego zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

4.1. Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię końcową

$$Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{W,tot} \quad \text{kWh/rok} \quad (1.27)$$

oraz

$$\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,s} \cdot \eta_{W,e} \quad (1.28)$$

4.2. Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania ciepła użytkowego

$$Q_{W,nd} = V_{CW,i} \cdot L_i \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{CW} - \theta_O) \cdot k_t \cdot t_{UZ} / (1000 \cdot 3600) \quad \text{kWh/rok} \quad (1.29)$$

gdzie:

V_{CW}	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym lub w przypadku braku danych na podstawie Tabeli 15.	$\text{dm}^3/(\text{j.o.}) \cdot \text{doba}$
L_i	liczba jednostek odniesienia	osoby
t_{UZ}	czas użytkowania (miesiąc, rok - przeważnie 365 dni), czas użytkowania należy zmniejszyć o przerwy urlopowe i wyjazdy i inne uzasadnione sytuacje, średnio w ciągu roku o 10% - dla budynków mieszkalnych.	doby
k_t	mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C, wg dokumentacji projektowej lub Tabeli 14	-
c_w	ciepło właściwe wody, przyjmowane jako 4,19 kJ/(kgK),	kJ/(kgK)
ρ_w	gęstość wody, przyjmowana jako 1000 kg/m ³	kg/m ³
θ_{CW}	temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym, 55°C	°C
θ_O	temperatura wody zimnej, przyjmowana jako 10°C	°C

Uwagi do określania energii końcowej dla ciepłej wody

- W przypadku kilku nośników energii lub kilku wydzielonych instalacji, obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla każdego przypadku.
- Zyski ciepła od instalacji transportu ciepłej wody i modułów pojemnościowych, jeżeli są one zlokalizowane wewnątrz osłony izolacyjnej budynku, to są wliczane do wewnętrznych zysków ciepła.
- Jeżeli instalacja transportu ciepłej wody jest zaizolowana i położona w bruzdach, to nie uwzględnia się tej części instalacji w obliczeniach strat ciepła.
- Dla wszystkich lokali mieszkalnych, które są podłączone do wspólnej instalacji centralnej ciepłej wody użytkowej, sprawności cząstkowe we wzorze (1.27) są takie same jak dla ocenianego budynku.

Sprawności cząstkowe uwzględnione we wzorze (1.27) oraz dane do wzoru (1.28) należy wyznaczać w oparciu o:

- obowiązujące przepisy,
- dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz urządzeń,
- wiedzę techniczną oraz wizję lokalną obiektu,
- dostępne dane katalogowe urządzeń, elementów instalacji ogrzewczej i ciepłej wody użytkowej obiektu,

Wyznaczenie sprawności elementów instalacji:

$$\eta_{W,d} = Q_{W,nd} / (Q_{W,nd} + \Delta Q_{W,d})$$

$$\eta_{W,s} = (Q_{W,nd} + \Delta Q_{W,d}) / (Q_{W,nd} + \Delta Q_{W,d} + \Delta Q_{W,s})$$

gdzie:

Straty ciepła sieci transportu ciepłej wody użytkowej oraz zasobnika ciepłej wody:

$$\Delta Q_{W,d} = \sum (l_i \cdot q_{li} \cdot t_{CW}) \cdot 10^{-3} \quad \text{kWh/a}$$

$$\Delta Q_{W,s} = \sum (V_s \cdot q_s \cdot t_{CW}) \cdot 10^{-3} \quad \text{kWh/a}$$

gdzie:

$\Delta Q_{W,d}$	uśrednione roczne straty ciepła instalacji transportu (dystrybucji) ciepłej wody użytkowej w budynku (w osłonie bilansowej lub poza nią),	kWh/a
$\Delta Q_{W,s}$	uśrednione sezonowe straty ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią),	kWh/a

l_i	długość i-tego odcinka sieci ciepłej wody użytkowej,	m
q_{li}	jednostkowe straty ciepła przewodów ciepłej wody, wg tabeli 11a	W/m
t_{CW}	czas działania układu ciepłej wody w ciągu roku	h
V_s	pojemność zasobnika ciepłej wody	dm ³
q_s	jednostkowe straty ciepła zasobnika ciepłej wody, wg tabeli 11b	W/dm ³

Jednostkowe straty ciepła przez przewody ciepłej wody użytkowej q_l [W/m]

Przewody o temperaturze °C	Izolacja termiczna przewodów	Na zewnątrz osłony izolacyjnej budynku				Wewnątrz osłony izolacyjnej budynku			
		DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
Przewody ciepłej wody użytkowej – przepływ zmienny 55°C	nieizolowane	24,9	33,2	47,7	68,4	14,9	19,9	28,6	41,0
	½ grubości wg WT ¹⁾	5,7	8,8	13,5	20,7	3,4	5,3	8,1	12,4
	grubość wg WT	4,1	4,6	4,6	4,6	2,5	2,7	2,7	2,7
	2x grubość wg WT	3,0	3,4	3,2	3,2	1,8	2,0	1,9	1,9
Przewody cyrkulacyjne – stały przepływ 55°C	nieizolowane	53,5	71,3	102,5	147,1	37,3	49,8	71,5	102,6
	½ grubości wg WT ¹⁾	12,3	18,9	29,0	44,6	8,6	13,2	20,2	31,1
	grubość wg WT	8,8	9,8	9,8	9,8	6,1	6,8	6,8	6,8
	2x grubość wg WT	6,5	7,2	6,9	6,9	4,5	5,1	4,8	4,8

¹⁾ grubości izolacji podane w Rozporządzeniu o warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Przy braku danych, dla budynków istniejących można korzystać odpowiednio z wartości zryczałtowanych z tabel

Jednostkowe straty ciepła przez zasobniki ciepłej wody użytkowej q_s [W/dm³]

Lokalizacja zasobnika	Pojemność [dm ³]	Pośrednio podgrzewane, biwalentne zasobniki solarne, zasobniki elektryczne całodobowe			Małe zasobniki elektryczne	Zasobniki gazowe
		Izolacja	Izolacja	Izolacja		
Na zewnątrz osłony izolacyjnej budynku	25	0,68	1,13	2,04	2,80	3,13
	50	0,54	0,86	1,58	2,80	3,07
	100	0,43	0,65	1,23	2,80	3,02
	200	0,34	0,49	0,95		2,96
	500	0,25	0,34	0,68		2,89
	1000	0,20	0,26	0,53		2,84
	1500	0,18	0,22	0,46		2,81
	2000	0,16	0,20	0,41		2,78
Wewnątrz osłony izolacyjnej budynku	25	0,55	0,92	1,66	2,28	2,55
	50	0,44	0,70	1,29	2,28	2,50
	100	0,35	0,53	1,00	2,28	2,46
	200	0,28	0,40	0,78		2,41
	500	0,21	0,28	0,56		2,35
	1000	0,17	0,21	0,43		2,31
	1500	0,14	0,18	0,37		2,28
	2000	0,13	0,16	0,33		2,27

Przy braku danych, dla budynków istniejących można korzystać odpowiednio z wartości zryczałtowanych z tabel

Sprawności wytwarzania ciepła (dla podgrzewania ciepłej wody) w źródłach $\eta_{H,g}$

Lp.	Rodzaj źródła ciepła	$\eta_{H,g}$ ($\epsilon_{H,g}$)
1	Przepływowy podgrzewacz gazowy z zapłonem elektrycznym	0,84-0,99
2	Przepływowy podgrzewacz gazowy z zapłonem płomieniem dyżurnym	0,16-0,74
3	Kotły stałotemperaturowe (tylko ciepła woda)	0,40-0,72
4	Kotły stałotemperaturowe dwufunkcyjne (ogrzewanie i ciepła woda)	0,65-0,77
5	Kotły niskotemperaturowe o mocy do 50 kW	0,83-0,90
6	Kotły niskotemperaturowe o mocy ponad 50 kW	0,88-0,92
7	Kotły gazowe kondensacyjne o mocy do 50 kW	0,85-0,91
8	Kotły gazowe kondensacyjne o mocy ponad 50 kW	0,88-0,93
17	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem bez strat)	0,96-0,99
17	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	0,99-1,00
24	Pompy ciepła woda/woda	3,0-4,5 ¹⁾
25	Pompy ciepła glikol/woda	2,6-3,8
26	Pompy ciepła powietrze/woda	2,2-3,1
27	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową	0,88-0,90
28	Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy	0,80-0,85
27	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową (ogrzewanie i ciepła woda)	0,94-0,97
28	Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy (ogrzewanie i ciepła woda)	0,88-0,96

¹⁾ sprawność odniesiona do wartości opałowej paliwa, ²⁾ SPF

Uwaga: przyjęta sprawność dla rozpatrywanego przypadku powinna uwzględniać stan kotła i jego średniosezonowe obciążenie cieplne, całoroczny tryb pracy w układzie centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej; w przypadku trudności oceny stanu faktycznego należy przyjmować wartość średnią z podanego zakresu sprawności.

Rodzaje instalacji ciepłej wody	Sprawność przesyłu wody ciepłej $\eta_{w,d}$
1. Miejscowe przygotowanie ciepłej wody, instalacje ciepłej wody bez obiegów cyrkulacyjnych	
Miejscowe przygotowanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru wody ciepłej	1,0
Miejscowe przygotowanie ciepłej wody dla grupy punktów poboru wody ciepłej w jednym pomieszczeniu sanitarnym, bez obiegu cyrkulacyjnego	0,8
2. Mieszkaniowe węzły cieplne	
Kompaktowy węzeł cieplny dla pojedynczego lokalu mieszkalnego, bez obiegu cyrkulacyjnego	0,85
3. Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacja ciepłej wody bez obiegów cyrkulacyjnych	
Instalacje ciepłej wody w budynkach jednorodzinnych	0,6
4. Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne nie izolowane, przewody rozprowadzające izolowane	
Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	0,6
Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	0,5
Instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru ciepłej wody	0,4
5. Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane¹⁾	
Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	0,7
Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	0,6
Instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru ciepłej wody	0,5
6. Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy²⁾, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane	
Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	0,8
Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	0,7
Instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru ciepłej wody	0,6
Objaśnienia:	
¹⁾ Przewody izolowane wykonane z rur stalowych lub miedzianych, lub przewody nieizolowane wykonane z rur z tworzyw sztucznych.	
²⁾ Ograniczenie czasu pracy pompy cyrkulacyjnej do ciepłej wody w godzinach nocnych lub zastosowanie pomp obiegowych ze sterowaniem za pomocą układów termostatycznych.	

Sprawności akumulacji ciepła w systemie ciepłej wody $\eta_{w,s}$

Lp.	Parametry zasobnika ciepłej wody i jego usytuowanie	$\eta_{w,s}$
1	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1970-tych	0,30-0,59
2	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1977-1995	0,55-0,69
3	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000	0,60-0,74
4	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	0,83-0,86

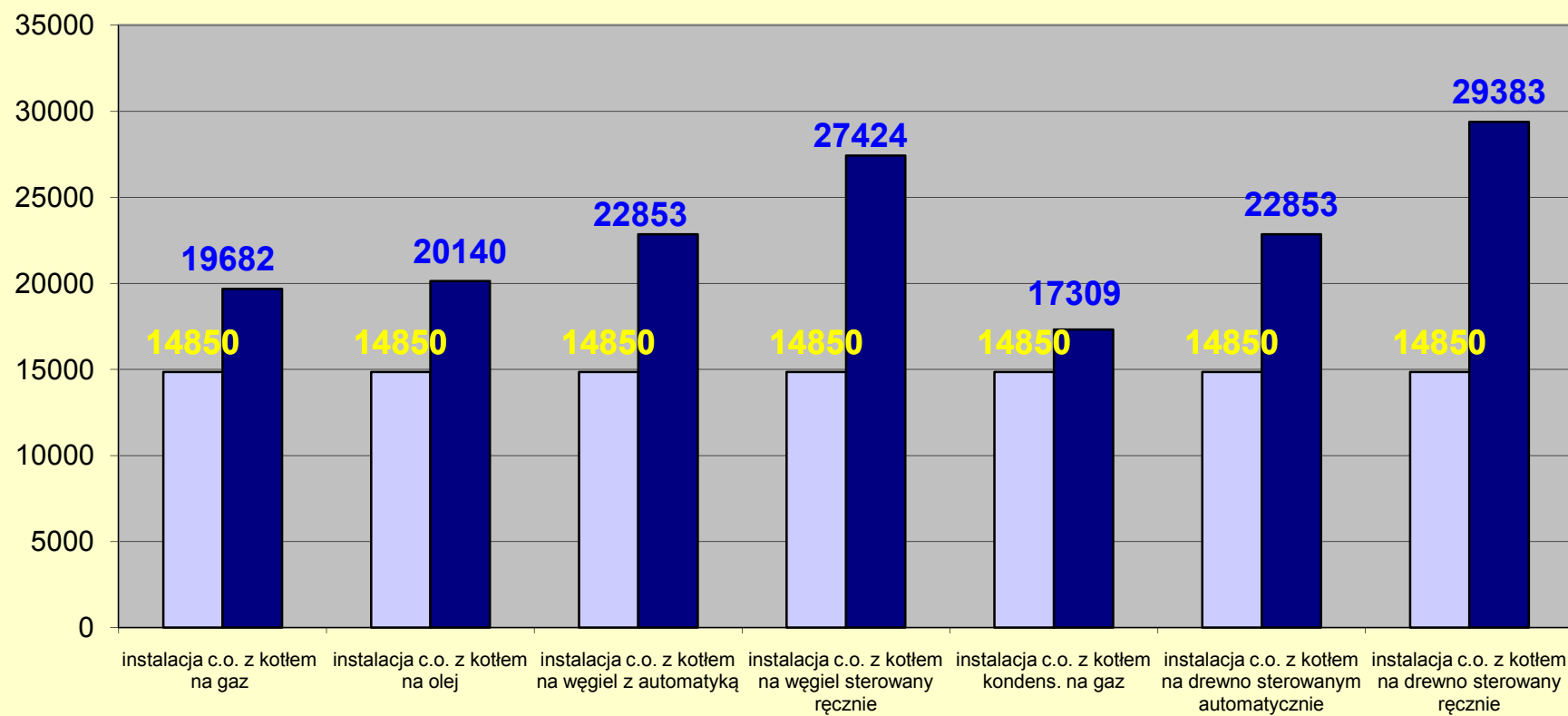
Sprawność instalacji c.o.

źródło ciepła	wytwarzania	przesyłu	regulacji i wykorzystania	akumulacji	$\eta_{c.o.}$
kocioł na węgiel	0,75	0,97	0,95	0,9	62%
kocioł na gaz	0,94	0,97	0,97	1	88%
kocioł kondensacyjny	0,99	0,97	0,98	1	94%
kocioł na bimasę	0,75	0,96	0,93	0,9	60%
energia elektryczna	1	0,97	0,98	1	95%

Sprawność instalacji c.w.u.

źródło ciepła	wytwarzania	akumulacji	transportu	Wyk.	$\eta_{c.w.u.}$
kocioł na węgiel	0,75	0,85	0,6	1	38%
kocioł na gaz	0,88	0,85	0,6	1	45%
terma gazowa	0,65	1	0,8	1	52%
kocioł kondensacyjny	0,92	0,85	0,98	1	77%
kocioł na bimasę	0,75	0,8	0,6	1	36%
en. Ele. Urządź. Przep.	0,99	1	0,6	1	59%
energia elektryczna centralne	0,99	0,85	0,6	1	50%

Zapotrzebowanie na energię użytkową EU, energię końcową EK



EU

EK

Energia końcowa EK

Nieodnawialna energia pierwotna EP

Budynek ogrzewany za pomocą:	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło			Sprawności c.o.	QK,h	Sprawność c.w.u.	QW,h	EK	W	EP
	EU(c.o.) [kWh/m2a]	EU(c.w.u.) [kWh/m2a]	EUH+W [kWh/m2a]	$\eta_{c.o.}$	[GJ]	$\eta_{c.w.u.}$	[GJ]	[kWh/m2a]		[kWh/m2a]
gaz	90	25	115	75,2%	119,7	36%	69,4	189,1	1,1	208,04
pompa c.	90	25	115	306%	29,4	147%	17,0	46,4	3	139,26
Biomasa-słoma	90	25	115	51%	176,5	29%	86,2	262,7	0,2	52,54
gaz kondens.	90	25	115	74%	121,6	38%	65,8	187,4	1,1	206,15
pompa c.	90	25	115	394%	22,8	147%	17,0	39,8	3	119,55
Biomasa-pelets	90	25	115	72,7%	123,8	36%	69,4	193,2	0,2	38,65
Biomasa brykiet	90	25	115	70,%	128,6	34%	73,5	202,1	0,2	40,42
węgiel	90	25	115	65,7%	137,0	32%	78,1	215,1	1,1	236,62
CHP z węgla	90	25	115	89,3%	100,8	41%	61,0	161,8	0,8	129,41
CHP z gazu	90	25	115	89,3%	100,8	41%	61,0	161,8	0,7	113,23
Ciepłownia	90	25	115	89,3%	100,8	41%	61,0	161,8	1,3	210,29



Energia słoneczna w historii

2000 p.n.e.: Proces suszenia żywności w starożytnym Egipcie został przedstawiony po raz pierwszy na hieroglifach.

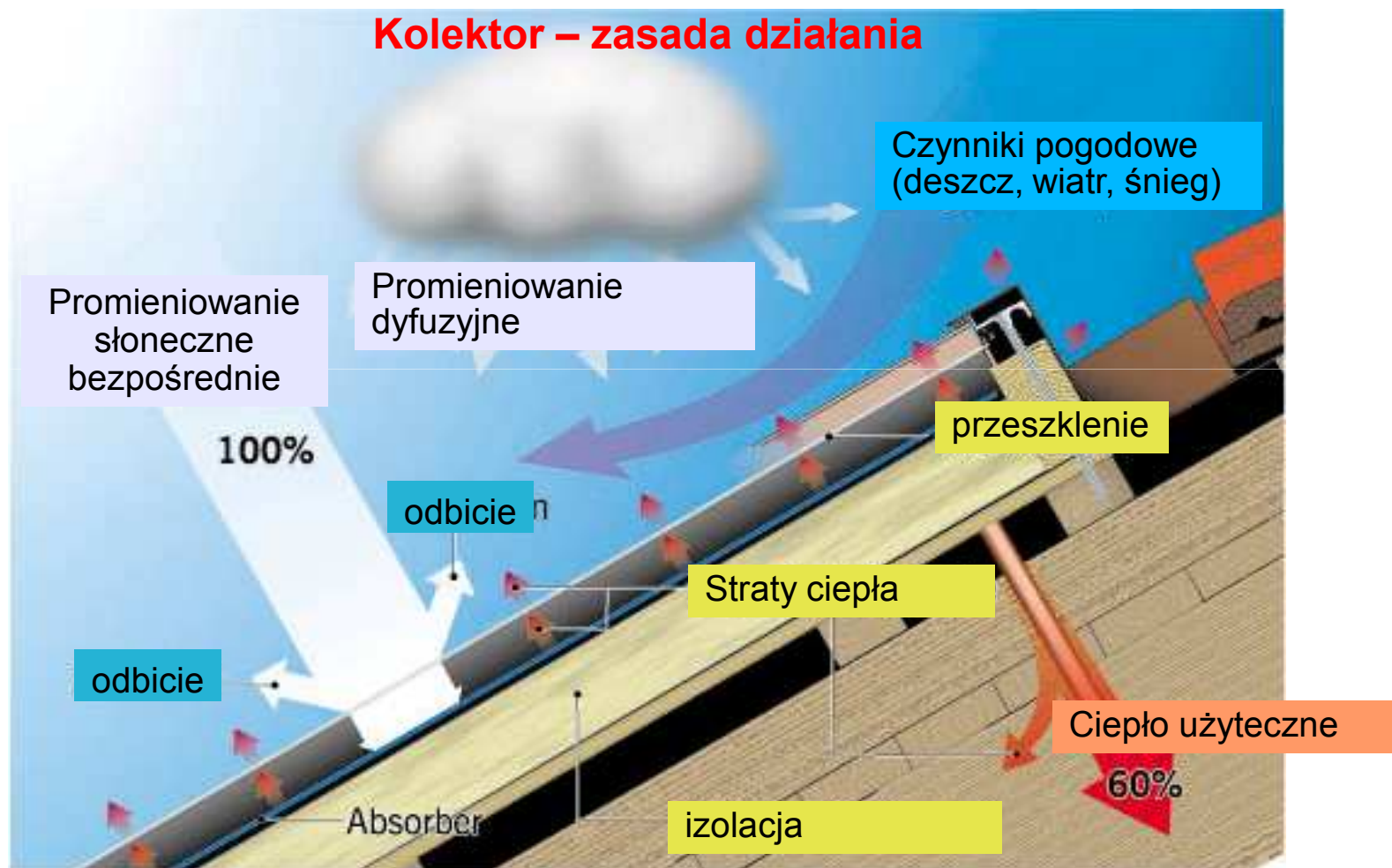


Słońce podgrzewa wodę w zbiorniku. Woda i powietrze rozszerzają się powodując przelewanie do drugiego zbiornika połączonego z mechanizmem drzwiowym. Pod wpływem ciężaru drzwi powoli się otwierają.

....



Kolektor – zasada działania



Rodzaje kolektorów

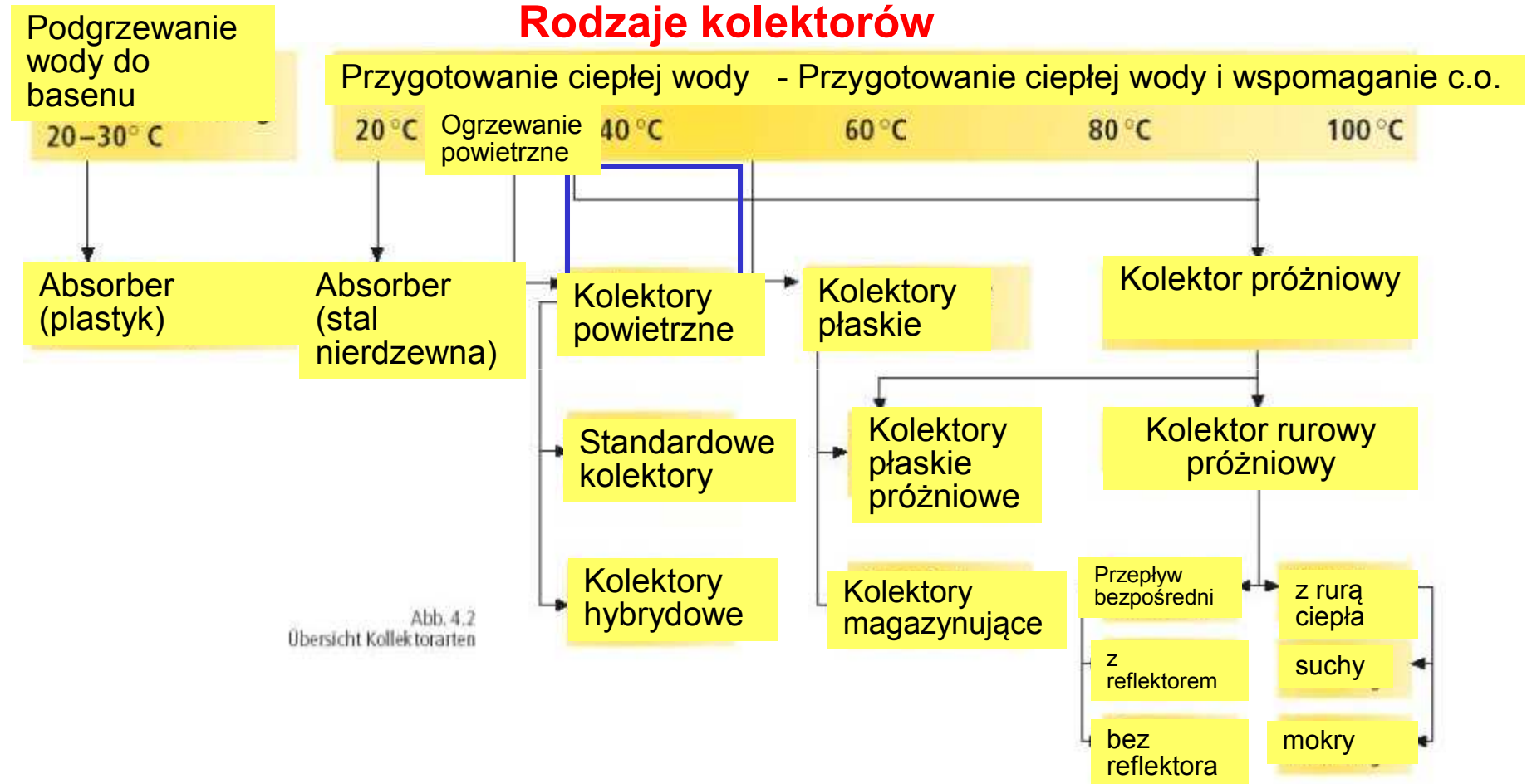
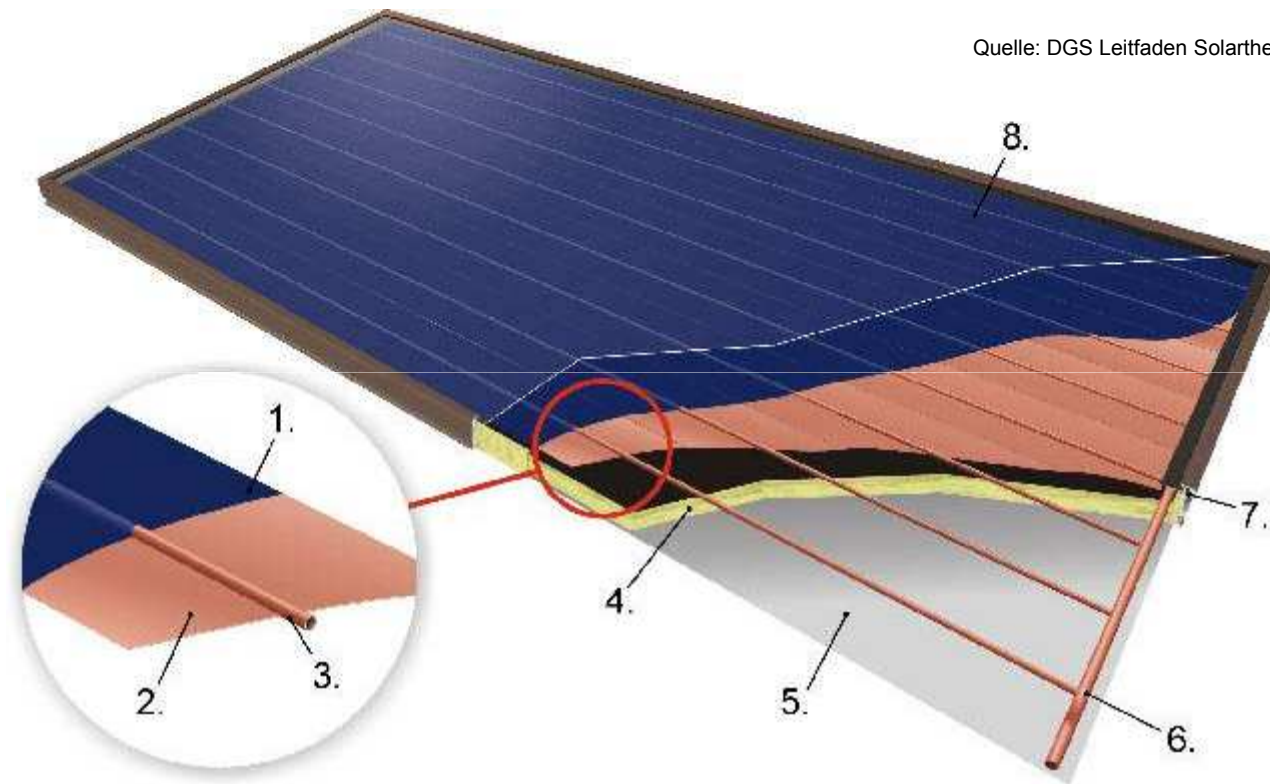


Abb. 4.2
Übersicht Kollektorarten

Kolektor cieczowy – płaski

Quelle: DGS Leitfaden Solarthermische Anlagen

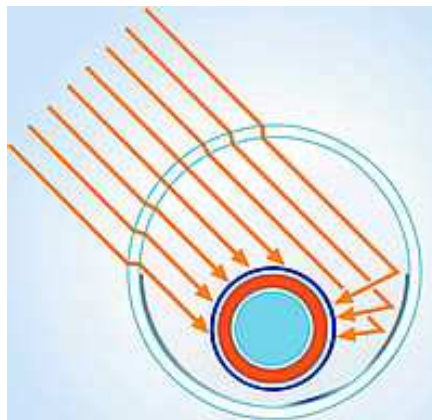


- 1. Absorber coating
- 2. Copper Absorber
- 3. Capillary copper pipe

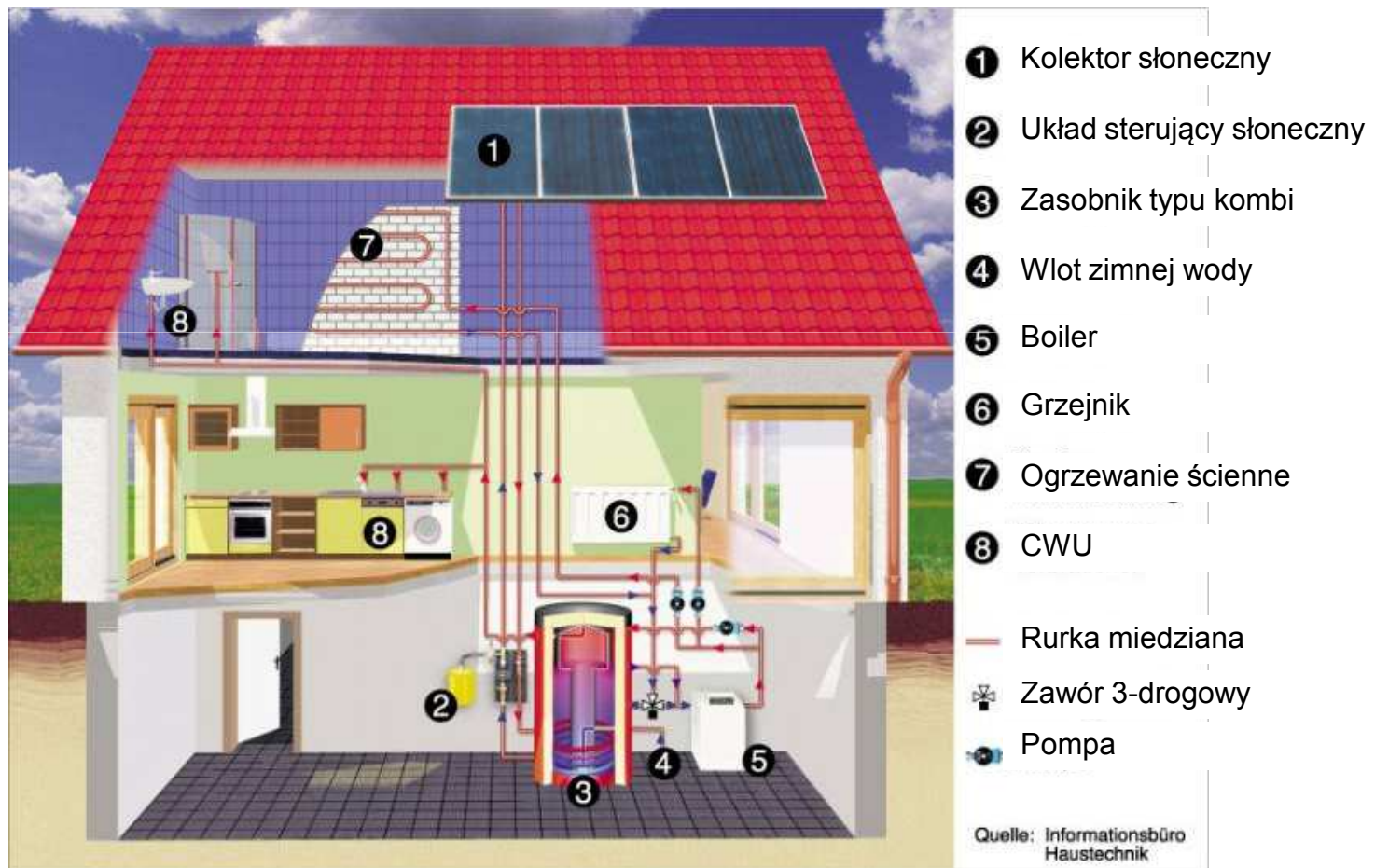
- 4. Insulation
- 5. Back sheet
- 6. Copper distributor

- 7. Collector frame
- 8. Special glazing

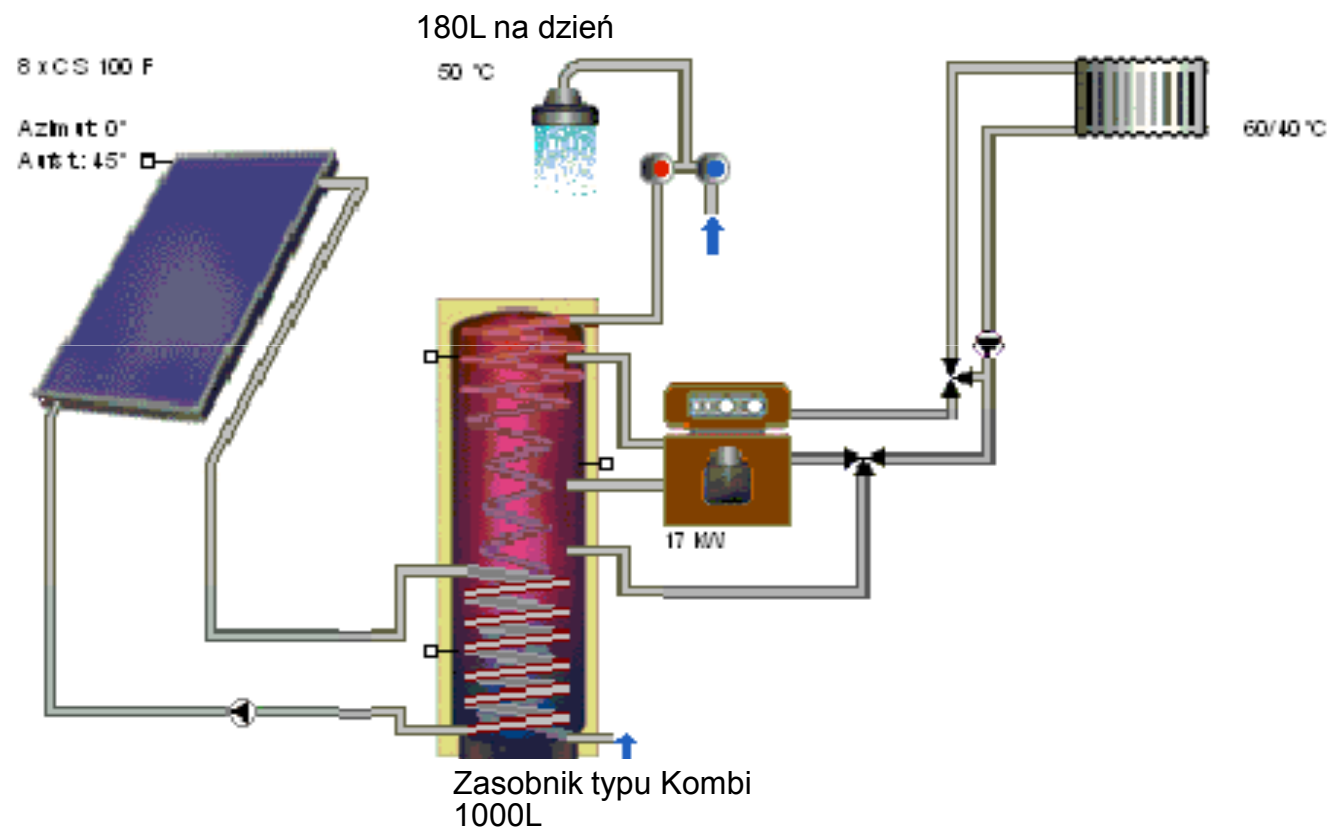
Kolektor rurowy próżniowy Schott Vacuum



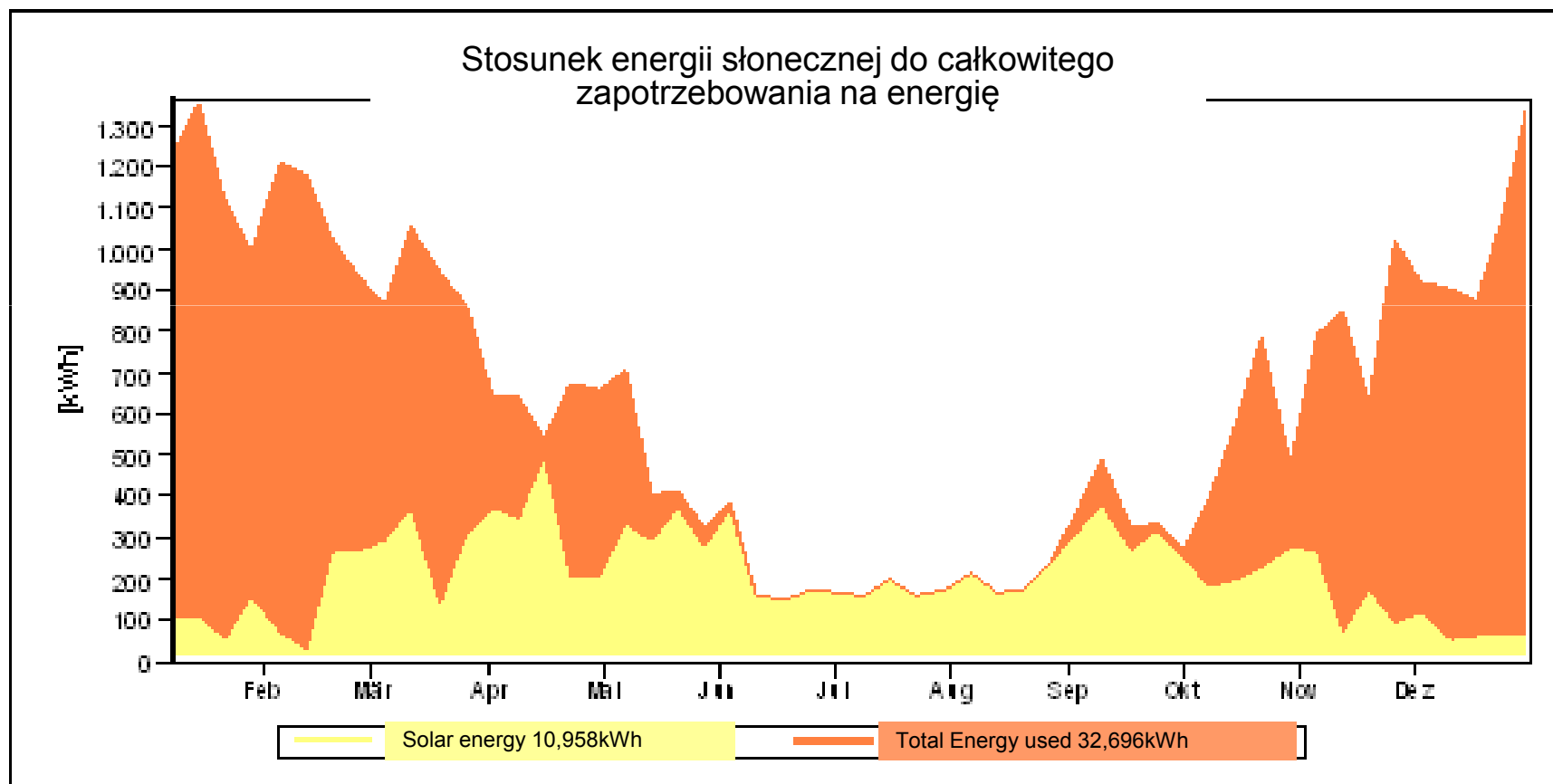
Instalacja słoneczna grzewcza -przekrój



Wspomaganie instalacji podgrzewania



Rozkład wspomagania ogrzewania



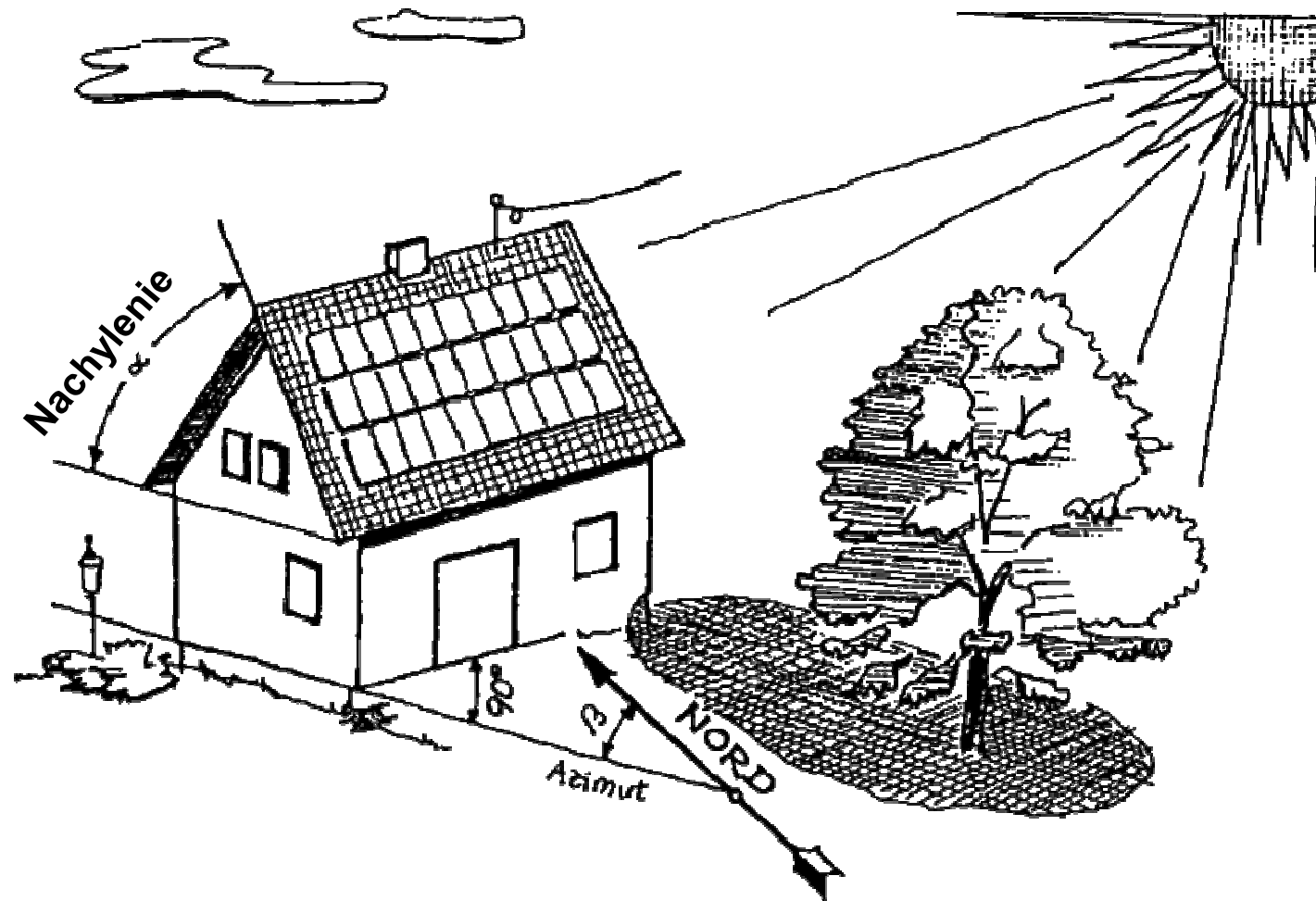
Instalacje słoneczne powietrzne są idealnie dopasowane do stosowania:

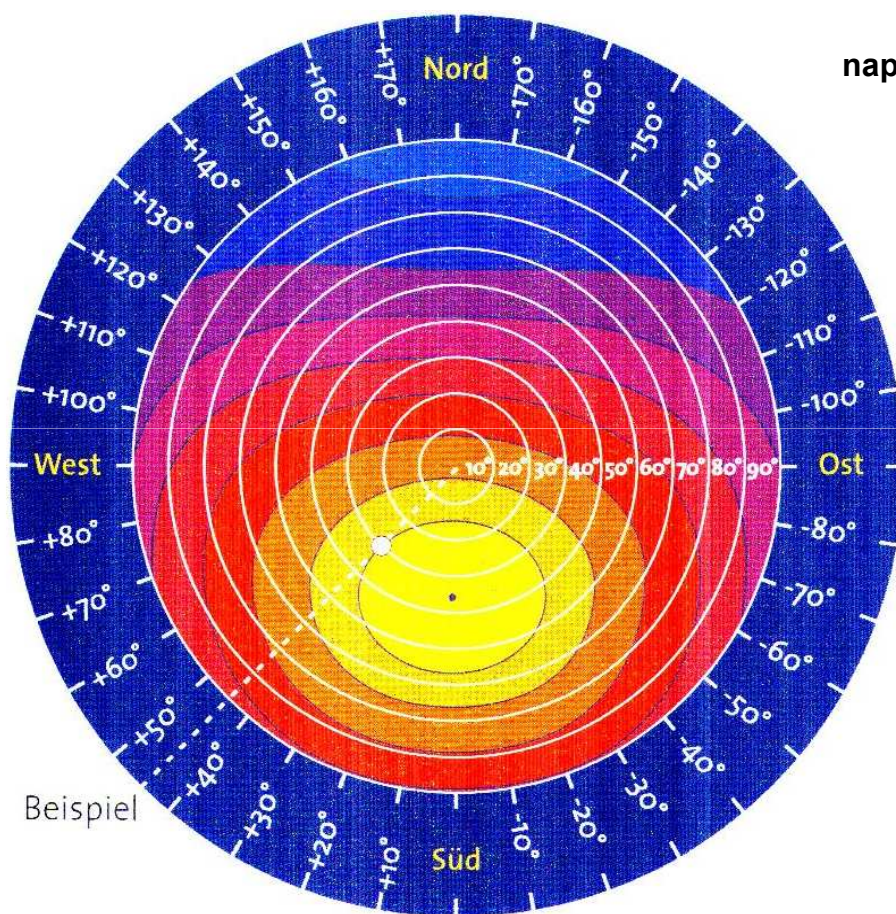
- do ogrzewania budynków wykorzystywanych okazjnie, np. TWINSOLAR, SolarVenti
- do ogrzewania i wentylacji domów
- do ogrzewania i wentylacji Słabo wentylowanych, wilgotnych mieszkań i budynków
- do ogrzewania i wentylacji Budynków o wysokim zapotrzebowaniu na wentylację ciepła (warsztaty)
- Budynków z wentylacją

Instalacje ogrzewające wodę z energii słonecznej idealnie sprawdzają się w przypadku następujących warunków:

- Gdy pożądana jest czysta ogrzana woda
- Napraw instalacji systemu ogrzewania
- W przypadku nałożenia na system magazynujący wysokich wymogów akumulacji ciepła
- Obecna instalacja jest przygotowywana do podłączenia z inną instalacją

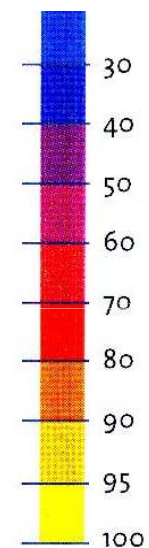
Terminy i definicje, kąty





Beispiel

Roczne
napromieniowanie
w %



Kąt nachylenia

