

**GŁÓWNY  
URZĄD  
STATYSTYCZNY**

---

**ZASADY  
METODYCZNE  
BADAŃ STATYSTYCZNYCH  
Z ZAKRESU ENERGII  
ZE ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH**

**WARSZAWA 2016**

**Wydawca**

Główny Urząd Statystyczny  
Departament Produkcji

**Zespół autorski**

Grażyna Berent-Kowalska  
Justyna Dąbrowska-Ładno  
Aureliusz Jurgaś  
Grzegorz Kacperczyk  
Michał Sułkowski  
Wanda Tkaczyk  
Ryszard Wnuk

**Opracowanie komputerowe**

Michał Sułkowski

Okładka: Lidia Motrenko-Makuch  
Druk: Zakład Wydawnictw Statystycznych  
Al. Niepodległości 208, 00-925 Warszawa

ISBN: 978-83-7027-615-7

Publikacja dostępna na [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl)  
*Publication available on [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl)*

## Przedmowa

Przekazujemy Państwu zeszyt metodyczny pt. **„Zasady metodyczne badań statystycznych z zakresu energii ze źródeł odnawialnych”**, w którym omówione zostały ogólne zasady metodyczne sporządzania sprawozdań z zakresu energii ze źródeł odnawialnych (OZE)

i opracowywania zbieranych danych statystycznych.

Niniejsze opracowanie stanowi **uzupełnienie** zeszytu metodycznego GUS pt. **„Zasady metodyczne sprawozdawczości statystycznej z zakresu gospodarki paliwami i energią oraz definicje stosowanych pojęć”** (Warszawa 2006), w zakresie zagadnień dotyczących energii ze źródeł odnawialnych.

Zeszyt jest adresowany do osób sporządzających sprawozdania z zakresu OZE oraz osób korzystających z publikowanych przez statystykę publiczną wyników z tego obszaru badawczego. Szczegółowe wytyczne sporządzania poszczególnych sprawozdań statystycznych zawierają objaśnienia załączane do wzorów formularzy sprawozdawczych. Objaśnienia te podlegają aktualizacji stosownie do zmian unormowań prawno-organizacyjnych dotyczących statystyki energii.

Departament wyraża podziękowanie ekspertom byłego Ministerstwa Gospodarki, Urzędu Regulacji Energetyki, Agencji Rynku Energii S.A., Krajowej Agencji Poszanowania Energii S.A. oraz organizacjom zajmującym się problematyką energii ze źródeł odnawialnych za uwagi i opinie zgłoszone w trakcie przeprowadzonych konsultacji.

*Wanda Tkaczyk*

*Zastępca Dyrektora Departamentu  
Produkcji*

## Spis treści

Przedmowa.....	3
Wprowadzenie .....	5
1. Unormowania prawne dotyczące badań statystycznych z zakresu odnawialnych źródeł energii (OZE) .....	7
2. Źródła danych statystycznych dotyczących OZE .....	8
3. Zakres badań statystycznych.....	10
4. Rodzaje odnawialnych nośników energii pierwotnej i ich wykorzystanie.....	12
5. Charakterystyka przemian energetycznych, w wyniku których z OZE uzyskiwana jest energia użytkowa .....	16
Elektrownie wodne.....	18
Instalacje geotermalne .....	19
Instalacje fotowoltaiczne.....	21
Kolektory słoneczne.....	22
Elektrownie wiatrowe .....	27
Ciepłownie (kotłownie) wykorzystujące paliwa odnawialne .....	28
Elektrownie i elektrociepłownie wykorzystujące paliwa odnawialne.....	29
Mieszalnie paliw gazowych (z biogazami) i paliw ciekłych dla transportu (z biopaliwami ciekłymi) .....	31
Pompy ciepła .....	32
Zakłady produkcji węgla drzewnego .....	37
<i>Załącznik nr 1 Wykaz aktów prawnych dotyczących OZE .....</i>	<i>39</i>
<i>Załącznik nr 2 Literatura.....</i>	<i>45</i>
<i>Załącznik nr 3 Definicje podstawowych pojęć .....</i>	<i>43</i>
<i>Załącznik nr 4 Jednostki miar stosowane w gospodarce paliwami i energią.....</i>	<i>46</i>
<i>Załącznik nr 5 Charakterystyka przemian energetycznych dotyczących OZE .....</i>	<i>49</i>
<i>Załącznik nr 6 Algorytmy obliczania wybranych kategorii dotyczących OZE .....</i>	<i>50</i>
<i>Załącznik nr 7 Minimalne i maksymalne wartości opałowe wybranych paliw odnawialnych spalanych w instalacjach energetycznych .....</i>	<i>55</i>
<i>Załącznik nr 8 Typowe wartości opałowe paliw dla transportu.....</i>	<i>56</i>
<i>Załącznik nr 9 Przeliczniki wagowo-objętościowe wybranych paliw .....</i>	<i>57</i>

## **Wprowadzenie**

Rosnące wraz z rozwojem cywilizacyjnym zapotrzebowanie na energię, przy wyczerpywaniu się jej tradycyjnych zasobów – głównie paliw kopalnych (węgiel, ropa naftowa, gaz ziemny) oraz towarzyszący ich zużyciu wzrost zanieczyszczenia środowiska naturalnego, powodują zwiększenie zainteresowania wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych.

Zasoby źródeł energii odnawialnej i perspektywiczne możliwości ich wykorzystania są w zasadzie nieograniczone. Problemem są koszty ich pozyskania i aktualny poziom rozwoju technologii umożliwiające ich wykorzystywanie. Rozwój technologii nadaje więc wartość źródłom energii pierwotnej i ich zasobom. Mimo trwającej od dziesięcioleci rewolucji technologicznej wykorzystanie zasobów jest niewspółmiernie małe w porównaniu z drzemiącym w nich potencjałem. Energia odnawialna jest uzyskiwana z powtarzających się procesów przyrodniczych, zasoby stale się uzupełniają, co pozwala traktować ją jako niewyczerpalne źródło energii.

Rozwój wykorzystania OZE zwiększa stopień uniezależnienia się od dostaw energii z importu. Promowanie wykorzystania energii odnawialnej pozwala również zwiększyć poziom dywersyfikacji dostaw energii oraz stworzyć warunki do rozwoju energetyki rozproszonej, opartej na lokalnych źródłach.

Pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych, w porównaniu do źródeł tradycyjnych (kopalnych) jest bardziej przyjazne środowisku naturalnemu. Zwiększenie wykorzystania OZE w znacznym stopniu zmniejsza szkodliwe oddziaływanie energii na środowisko naturalne głównie poprzez ograniczenie emisji szkodliwych substancji, zwłaszcza gazów cieplarnianych, co wpływa pozytywnie na klimat.

Polityka energetyczna Polski uwzględniająca poprawę stanu środowiska i dbałość o zrównoważony rozwój, a także wywiązywanie się ze zobowiązań międzynarodowych wymaga efektywnego wykorzystywania alternatywnych źródeł energii. Celem strategicznym polityki energetycznej Polski jest zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie zużycia energii.

Realizacja założeń tej polityki poza ustanowieniem odpowiedniego mechanizmu wsparcia wymaga również zapewnienia systemu jego monitorowania.

Rozwój wykorzystania OZE monitorowany jest w 3 obszarach:

- energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii,
- ciepła i chłodu z odnawialnych źródeł energii,
- biokomponentów wykorzystywanych w paliwach ciekłych i biopaliwach ciekłych.

Celem niniejszego opracowania jest ustanowienie jednolitych zasad metodycznych zbierania i prezentowania danych o energii ze źródeł odnawialnych (OZE) i uzupełnienie o tę problematykę zeszytu metodycznego GUS pt. ["Zasady metodyczne sprawozdawczości statystycznej z zakresu gospodarki paliwami i energią oraz definicje stosowanych pojęć"](#) (Warszawa 2006).

W prezentowanym zeszycie metodycznym w porównaniu z poprzednim:

- uzupełniono o regulacje prawne dotyczące energii ze źródeł odnawialnych,
- szczegółowo scharakteryzowano odnawialne nośniki energii,
- scharakteryzowano obiekty techniczne, w których zachodzą przemiany energetyczne i procesy technologiczne w wyniku których z OZE uzyskiwana jest energia użytkowa,
- zweryfikowano przeliczniki wagowo-objętościowe wybranych paliw zgodnie z aktualnie obowiązującymi rozporządzeniami,
- uzupełniono wykaz podstawowych materiałów źródłowych,
- uzupełniono o algorytmy obliczania wybranych kategorii dotyczących OZE.

Zbiorcze ujęcie w zeszycie metodycznym problematyki energii ze źródeł odnawialnych ułatwi respondentom realizację obowiązków sprawozdawczych i wpłynie na jakość danych opracowywanych przez statystykę publiczną, a osobom korzystającym z publikowanych informacji z tego obszaru ułatwi ich interpretację.

## **1. Unormowania prawne dotyczące badań statystycznych z zakresu odnawialnych źródeł energii (OZE)**

Podstawy prawne badań statystycznych z zakresu energii ze źródeł odnawialnych zostały ustanowione zarówno na poziomie krajowym jak i międzynarodowym.

Aktem normatywnym regulującym organizację krajowych badań statystycznych jest ustawa z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej.

Podstawowym aktem normatywnym UE ustanawiającym obowiązki statystyczne krajów członkowskich z zakresu energii, w tym energii ze źródeł odnawialnych, jest rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1099/2008 z dnia 22 października 2008 r. w sprawie statystyki energii.

Badania statystyczne z zakresu OZE nabierają szczególnego znaczenia w świetle postanowień dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady:

- 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniającej i w następstwie uchylającej dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE
- 2015/1513 z dnia 9 września 2015 r. zmieniającej dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

Szczegółowe wytyczne dotyczące szacowania ilości energii odnawialnej pochodzących z różnych technologii pomp ciepła zawiera decyzja Komisji z dnia 1 marca 2013 r.

Krajowymi aktami normatywnymi dotyczącymi tematyki badań statystycznych z zakresu energii odnawialnej są ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii oraz ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych.

Szczegółowy wykaz aktów prawnych dotyczących OZE zawiera [załącznik nr 1](#).

## 2. Źródła danych statystycznych dotyczących OZE

Podstawowym źródłem danych w badaniach dotyczących OZE są sprawozdania i kwestionariusze składane w ramach badań statystycznych - ujmowanych w rocznych programach badań statystycznych statystyki publicznej, ustalanych przez Radę Ministrów w drodze rozporządzenia.

Obowiązek przekazywania danych statystycznych wynika z art. 30 ust. 1 pkt 3 ustawy z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (Dz. U. 2012 r. poz. 591, z późn. zm.) oraz rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie programu badań statystycznych statystyki publicznej na poszczególne lata.

Badania z obszaru tematycznego „Rynek materiałowy i paliwowo-energetyczny” prowadzi Prezes Głównego Urzędu Statystycznego, Minister właściwy do spraw energii oraz Prezes Urzędu Regulacji Energetyki.

Informacje dotyczące odnawialnych źródeł energii gromadzone są przy wykorzystaniu następujących formularzy i kwestionariuszy sprawozdawczych:

Formularze i kwestionariusze Głównego Urzędu Statystycznego:

- **G-02b** – sprawozdanie bilansowe nośników energii i infrastruktury ciepłowniczej,
- **G-02o** – sprawozdanie o ciepłe ze źródeł odnawialnych,
- **G-03** – sprawozdanie o zużyciu nośników energii,
- **E-GD** – ankieta o zużyciu paliw i energii w gospodarstwach domowych.

Formularze Ministerstwa Energii:

- **G-10.1(w)k** – sprawozdanie o działalności elektrowni wodnej/elektrowni wiatrowej,
- **G-10.2** – sprawozdanie o działalności elektrowni ciepłownej zawodowej,
- **G-10.3** – sprawozdanie o mocy i produkcji energii elektrycznej i ciepła elektrowni (elektrociepłowni) przemysłowej,
- **G-10.6** – sprawozdanie o mocy i produkcji elektrowni wodnych, wiatrowych i innych źródeł odnawialnych,
- **G-10.m** – miesięczne dane o energii elektrycznej,



- **RAF-1** – sprawozdanie z rozliczenia procesu przemiany w przedsiębiorstwach wytwarzających i przerabiających produkty rafinacji ropy naftowej,
- **RAF-2** – sprawozdanie o produkcji, obrocie, zapasach oraz o infrastrukturze magazynowej i przesyłowej ropy naftowej, produktów naftowych i biopaliw.

Formularze Urzędu Regulacji Energetyki:

- **sprawozdanie producenta** – stanowiące załącznik do rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 9 grudnia 2014 r. (Dz. U. poz. 1861),
- **URE-NCW** – sprawozdanie podmiotu realizującego Narodowy Cel Wskaźnikowy.

Uzupełnieniem do badań statystycznych statystyki publicznej są systemy informacyjne administracji publicznej.

W odniesieniu do gospodarki paliwami i energią istotne są systemy informacyjne:

- Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki obejmujące informacje o przedsiębiorstwach energetycznych prowadzących działalność gospodarczą podlegającą koncesjonowaniu, a także o podmiotach objętych mechanizmami i instrumentami wsparcia, o których mowa w ww. ustawie o odnawialnych źródłach energii oraz w ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych.
- Prezesa Agencji Rynku Rolnego obejmujące informacje dotyczące rolników wytwarzających biopaliwa ciekłe na własny użytek, dotyczące rynku biokomponentów oraz dotyczące przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się wytwarzaniem biogazu rolniczego.

### 3. Zakres badań statystycznych

Gromadzone dane statystyczne dotyczą przede wszystkim fizycznych wielkości podaży oraz zużycia poszczególnych nośników energii, stanu ich zapasów oraz infrastruktury technicznej służącej wytwarzaniu i magazynowaniu tych nośników energii. Statystyka publiczna gromadzi również informacje charakteryzujące przemiany energetyczne oraz informacje niezbędne do oceny efektywności wykorzystania energii w procesach gospodarczych.

Zgodnie z obowiązującymi obecnie regulacjami z zakresu statystyki energii, w odniesieniu do energii ze źródeł odnawialnych konieczne jest gromadzenie i opracowywanie danych odnoszących się do wszystkich nośników energii, a mianowicie: energia wody, energia geotermalna, energia słoneczna, energia wiatru, odpady, biopaliwa, biogaz i ciepło otoczenia.

Dane pozyskiwane od producentów i konsumentów energii elektrycznej i ciepła ze źródeł odnawialnych to przede wszystkim informacje dotyczące:

- pozyskania,
- importu,
- eksportu,
- zmian zapasów,
- zużycia krajowego ogółem,
- zużycia na wsad przemian,
- zużycia własnego sektora energii,
- zużycia końcowego.

Ponadto sprawozdawcy przekazują informacje o średniej wartości opałowej poszczególnych nośników energii, a w szczególności następujących wyrobów:

- biobenzyna,
- bioetanol,
- biodiesel,
- biopaliwo odrzutowe (biosyntetyczna nafta lotnicza),
- inne biopaliwa ciekłe (biopłyny do celów energetycznych),
- węgiel drzewny.

Dane dotyczące pozyskiwania i wykorzystywania energii ze źródeł odnawialnych wykorzystywane są między innymi przy obliczaniu udziału tej energii w zużyciu energii pochodzącej ze wszystkich źródeł.

W oparciu o zbierane informacje opracowuje się bilanse nośników energii odnawialnej, które stanowią część krajowego bilansu paliwowo-energetycznego.

Sposób dokonywania obliczeń poszczególnych kategorii/wskaźników jest zharmonizowany na poziomie międzynarodowym i w tym celu stosuje się specjalnie opracowane narzędzie SHARES (SHort Assessment of Renewable Energy Sources).

Algorytmy obliczeń wybranych kategorii przedstawiono w [załączniku nr 6](#).

#### 4. Rodzaje odnawialnych nośników energii pierwotnej i ich wykorzystanie

Nośnikami energii są wszystkie wyroby uczestniczące bezpośrednio lub pośrednio w procesach przekazywania energii ze źródeł ich pozyskiwania do sfery użytkowania. Podstawowe pojęcia stosowane w obszarze gospodarki paliwowo-energetycznej zawiera [załącznik nr 3](#).

W niniejszym rozdziale przedstawiono natomiast definicje poszczególnych nośników energii odnawialnej:

**Energia wody** to energia potencjalna i kinetyczna śródlądowych wód powierzchniowych przekształcona w energię elektryczną przez hydroelektrownie.

**Energia geotermalna** to ciepło pozyskiwane z głębi ziemi, zawarte w gorącej wodzie lub parze wodnej. Energia geotermalna jest wykorzystywana bezpośrednio jako ciepło grzewcze w instalacjach centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz w procesach produkcyjnych w rolnictwie, a także do wytwarzania energii elektrycznej przy wykorzystaniu pary suchej lub solanki o wysokiej entalpii.

**Energia słoneczna** to energia promieniowania słonecznego przetwarzana na ciepło lub energię elektryczną. W sprawozdawczości statystycznej w tej pozycji nie uwzględnia się energii słonecznej wykorzystywanej w systemach biernego ogrzewania, chłodzenia oraz oświetlenia pomieszczeń.

**Energia słoneczna przetworzona na energię elektryczną w ogniwach fotowoltaicznych** jest to energia promieniowania słonecznego przetwarzana bezpośrednio na energię elektryczną przy użyciu ogniw fotowoltaicznych, zwykle zbudowanych z materiałów półprzewodnikowych, w których pod wpływem światła dochodzi do wytwarzania energii elektrycznej.

**Energia słoneczna przetworzona na ciepło w kolektorach słonecznych** to energia promieniowania słonecznego przetwarzana, z zastosowaniem kolektorów słonecznych, na ciepło użytkowe wykorzystywane do: ogrzewania wody użytkowej, wody w basenach kąpielowych, ogrzewania pomieszczeń oraz w procesach suszarniczych i chemicznych, a także w ciepłych elektrowniach słonecznych.

**Energia fal, prądów oceanicznych i pływów morskich** to energia mechaniczna pływów morskich, ruchu fal lub prądów oceanicznych, wykorzystywana do wytwarzania energii elektrycznej.

**Energia wiatru** to energia kinetyczna wiatru wykorzystywana do wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach wiatrowych.

**Odpady przemysłowe** to odpady spalane bezpośrednio w procesie wytwarzania energii elektrycznej lub ciepła. Odnawialne odpady przemysłowe zaliczane są odpowiednio do: biopaliw stałych, biogazu lub biopaliw ciekłych

**Odpady komunalne** to odpady pochodzące z gospodarstw domowych, szpitali i sektora usług, spalane w odpowiednio przystosowanych instalacjach. Odpady komunalne o pochodzeniu biologicznym zaliczane są do biopaliw odnawialnych, odpowiednio do: biopaliw stałych, biogazu lub do biopaliw ciekłych.

**Biopaliwa stałe** obejmują organiczne, niekopalne substancje o pochodzeniu biologicznym, które mogą być wykorzystywane w charakterze paliwa do wytwarzania energii elektrycznej lub ciepła.

**Węgiel drzewny** to stałe pozostałości destylacji rozkładowej i pirolizy drewna i innych substancji roślinnych.

**Drewno opałowe, odpady drzewne i produkty uboczne** to biomasa leśna, odpady z przemysłu drzewnego (trociny, wióry, zrębki oraz pelety i brykiety), a także biopaliwa stałe z upraw roślin dla celów energetycznych.

**Pelety drzewne** są wytwarzane z odpadów drzewnych (trocin), w drodze prasowania pod wysokim ciśnieniem przy wykorzystaniu pary wodnej (bez dodatków spoiwa), granulatu w kształcie cylindrów.

**Biomasa leśna** to drewno opałowe w postaci polan, okrąglaków, zrębów i odpadów z leśnictwa (gałęzie, czuby, żerdzie, przecinki, krzewy, chrust i karpy).

**Biopaliwa stałe z upraw roślin dla celów energetycznych** to biomasa w postaci roślin przeznaczonych dla celów energetycznych, m.in.: drzew i krzewów szybko rosnących, bylin dwuliściennych, traw wieloletnich i zbóż uprawianych dla celów energetycznych.

**Ług powarzelnny** to biopaliwo odpadowe z procesów technologicznych w przemyśle papierniczym.

**Odpady zwierzęce** to biomasa odpadowa pochodząca głównie z odchodów zwierzęcych.

**Inne produkty roślinne i pozostałości roślin** to pozostałości organiczne z rolnictwa i ogrodnictwa, np.: słoma, odpady z produkcji ogrodniczej, zużyta ściółka drobiowa oraz wytwarzane z nich brykiety.

**Biogaz** jest to gaz składający się w przeważającej części z metanu i dwutlenku węgla, uzyskiwany w wyniku beztlenowej fermentacji biomasy.

**Biogaz ze składowisk odpadów (biogaz wysypiskowy)** to biogaz powstały w wyniku procesów gnilnych biologicznych odpadów na wysypiskach.

**Biogaz z osadów ściekowych** to biogaz powstały w wyniku beztlenowej fermentacji osadów ściekowych.

**Inne biogazy z fermentacji beztlenowej (w tym rolnicze)** jest to biogaz powstały w wyniku beztlenowej fermentacji odchodów zwierzęcych i pozostałości z produkcji roślinnej oraz odpadów w rzeźniach, browarach i innych zakładach przemysłu rolno-spożywczego.

**Biopaliwa ciekłe** to kategoria paliw, do której zaliczane są czyste biopaliwa ciekłe wytwarzane z surowców pochodzenia organicznego (z biomasy lub biodegradowalnych frakcji odpadów), wykorzystywane głównie w transporcie.

**Biobenzyny** to grupa paliw, do której należą: bioetanol, biometanol, bio-ETBE (eter etylo-tert-butylowy produkowany na bazie bioetanolu; udział procentowy objętości bio-ETBE, liczonego jako biopaliwo, wynosi 47%) oraz bio-MTBE (eter metylo-tert-butylowy wytwarzany na bazie biometanolu; udział procentowy objętości bio-MTBE wynosi 36%).

**Bioetanol** to etanol produkowany z biomasy lub frakcji odpadów ulegających biodegradacji.

**Biodiesle** to grupa paliw, do której należą: biodiesel (ester metylowy produkowany z oleju roślinnego lub zwierzęcego, o jakości oleju napędowego), biodimetyloeter (eter (di)metylowy produkowany z biomasy), paliwo „FT-diesel” (otrzymywane z biomasy w wyniku syntezy Fischera-Tropscha), biooleje ekstrahowane na zimno (olej wytwarzany z nasion oleistych przez obróbkę mechaniczną) i wszelkie inne biopaliwa ciekłe będące dodatkiem do oleju

napędowego stosowanego do wysokoprężnych silników spalinowych lub wykorzystywane jako tego rodzaju paliwo.

**Biopaliwo odrzutowe (biosyntetyczna nafta lotnicza)** są to biopaliwa ciekłe pozyskiwane z biomasy, dodawane jako dodatek do nafty lotniczej lub ją zastępujące.

**Inne biopaliwa ciekłe (biopłyny do celów energetycznych)** to biopaliwa ciekłe wykorzystywane bezpośrednio w charakterze paliwa energetycznego (biopłyny), nieobjęte kategoriami: biobenzyna, biodiesel i biopaliwo odrzutowe.

### **Ciepło otoczenia (środowiska naturalnego) wykorzystywane przez pompy ciepła**

Zaliczane do energii ze źródeł odnawialnych ciepło otoczenia jest wychwytywane przez pompy ciepła z powietrza atmosferycznego (zewnątrznego), gruntu (geotermia płytka) oraz wód gruntowych i powierzchniowych (rzeki, stawy, jeziora).

Pompa ciepła przenosi ciepło z ośrodka o niższej temperaturze (źródło dolne) do ośrodka o wyższej temperaturze (źródło górne), przy wykorzystaniu energii z zewnątrz (w postaci energii elektrycznej lub ciepła). W przypadku pomp ciepła wykorzystujących ciepło otoczenia źródłem dolnym jest: powietrze atmosferyczne, grunt oraz wody gruntowe lub powierzchniowe.

**Energia aerotermiczna** to ciepło zawarte w powietrzu atmosferycznym (zewnątrznym).

**Energia geotermiczna** to ciepło zakumulowane w gruncie (wierzchniej warstwie ziemi).

**Energia hydrotermiczna** to ciepło zawarte w wodach gruntowych (podziemnych) lub powierzchniowych (rzeki, stawy, jeziora).

## 5. Charakterystyka przemian energetycznych, w wyniku których z OZE uzyskiwana jest energia użytkowa

Przemiana energetyczna jest to proces technologiczny, w wyniku którego jedna postać energii przetwarzana jest na inną, pochodną postać energii.

Zestawienie przemian energetycznych omówionych w opracowaniu zawiera [załącznik nr 5](#).

Bilans sporządzany dla poszczególnych przemian składa się z dwóch części, a mianowicie: energii zużytej w procesie technologicznym oraz uzyskanych w wyniku przemiany nośników energii i produktów nieenergetycznych.

Energia używana w procesie przemiany wykorzystywana jest na:

- **wsad przemiany** (zużycie nośników energii stanowiących surowiec technologiczny przemiany),
- **potrzeby energetyczne przemiany** (zużycie energii przez urządzenia pomocnicze, takie jak: podajniki paliwa, napędy pomp, sprężarek, itp.).

Omawiane przemiany energetyczne są procesami technologicznymi, w wyniku których przy zastosowaniu metod fizycznych i/lub chemicznych, jedna postać energii (energia wody, geotermalna i wiatru oraz promieniowania słonecznego, a także biopaliwa i ciepło otoczenia) przetwarzana jest na inną (energia elektryczna, ciepło użytkowe), znajdującą bezpośrednie zastosowanie w procesach produkcyjnych lub kierunkach użytkowania (np. ogrzewania pomieszczeń).

Ustalenie ilości nośników energii zużytych na wsad i potrzeby energetyczne przemiany oraz ilości uzyskanych produktów powinno być udokumentowane pomiarami. W przypadku braku możliwości dokonania bezpośrednich pomiarów, dopuszcza się stosowanie uproszczonych metod określania tych wielkości, przede wszystkim na podstawie parametrów eksploatacyjnych urządzeń i instalacji - podawanych w dokumentacji technicznej.

Bilanse sporządzane na poziomie obiektu energetycznego (urządzenia, instalacji) są bazą do budowy odpowiednich bilansów dla całej jednostki sprawozdawczej, a następnie bilansów krajowych.



Danymi do bilansów poszczególnych nośników energii są wielkości rejestrowane w punktach ich przepływu. W odniesieniu do paliw wielkości te mierzone są w jednostkach masy (np. kg, t) lub objętości (np. litr, m<sup>3</sup>), natomiast w przypadku ciepła i energii elektrycznej w jednostkach energii (np. GJ, MWh). Na podstawie bilansów nośników energii, sporządzanych w jednostkach naturalnych, tworzone są bilanse energii. Przeliczanie ilości paliw podawanych w jednostkach masy lub objętości, na ilość energii dokonywane jest przy wykorzystaniu danych o wartości opałowej lub ciepłe spalania bilansowanych nośników energii. Typowe wartości opałowe wybranych paliw podano w załącznikach nr: [7](#) i [8](#).

Jednostką miary stosowaną w sprawozdawczości statystycznej dla określenia ilości paliw stałych jest tona (t). Drewno opałowe i inne biopaliwa stałe mogą być wykazywane w ewidencji w metrach sześciennych (m<sup>3</sup>), a do sprawozdań przeliczane na jednostki masy (t) za pomocą odpowiednich przeliczników. Przeliczniki wagowo-objętościowe wybranych paliw zawiera [załącznik nr 9](#).

Jednostką miary paliw ciekłych stosowaną w sprawozdaniach jest tona (t). Pomiary ilości tych paliw dokonywane są przy zastosowaniu przepływomierzy lub metodą zbiornikową. Ilości paliw ciekłych wyrażone w litrach (l), przelicza się na jednostki masy (t) za pomocą przeliczników wagowo-objętościowych ([załącznik nr 9](#)).

Jednostką miary paliw gazowych jest metr sześcienny (m<sup>3</sup>) lub jego wielokrotność (np. dm<sup>3</sup>). Do pomiarów ilości paliw gazowych stosuje się przepływomierze (gazomierze). Przy określeniu ilości paliw gazowych należy uwzględnić ich parametry fizyczne, a mianowicie temperaturę i ciśnienie. W sprawozdawczości statystycznej UE jako warunki odniesienia (standardowe) przyjmuje się temperaturę 15°C (288,15 K) i ciśnienie 101,325 kPa (760 mm Hg).

Jednostką miary ciepła w parze lub gorącej wodzie jest gigadzul (GJ). Do pomiaru ilości ciepła zawartego w parze wodnej wykorzystuje się przyrządy mierzące: natężenie przepływu (przepływomierze), temperaturę (termometry) i ciśnienie (manometry). Do pomiaru ciepła zawartego w wodzie stosuje się przepływomierze i termometry.

Jednostką miary energii elektrycznej jest watogodzina (Wh) lub jej wielokrotność (np. MWh). Podstawowym przyrządem pomiarowym jest licznik energii elektrycznej.

Podstawową jednostką miary stosowaną w sprawozdawczości statystycznej dotyczącej ilości energii ze źródeł odnawialnych jest dżul (J) lub jego wielokrotność (np. GJ), a w przypadku energii elektrycznej watogodzina (Wh) lub jej wielokrotność (np. MWh). Wielkości pozyskanej/uzyskanej energii ze źródeł odnawialnych są określane na podstawie bezpośrednich pomiarów lub w drodze obliczeń wykorzystujących dane o parametrach eksploatacyjnych urządzeń (instalacji) wytwórczych oraz wskaźników charakteryzujących te procesy.

Rejestracja przepływów poszczególnych nośników energii umożliwia określenie wielkości pozyskanej lub wyprodukowanej (uzyskanej) energii ze źródeł odnawialnych. Poza rejestracją przepływów energii (w miarę technicznych możliwości), do zwymiarowania procesów wykorzystania poszczególnych rodzajów OZE, uwzględniane są też dodatkowe parametry i wskaźniki, takie jak:

- dla energii geotermalnej – natężenie przepływu i entalpia czynnika wypływającego z otworu wydobywczego i powracającego do otworu zatłaczającego,
- dla energii słonecznej – powierzchnia kolektorów słonecznych i modułów fotowoltaicznych oraz wielkość napromieniowania słonecznego dla danego terenu,
- dla biogazowni – wydajność i przepustowość instalacji,
- dla ciepła otoczenia wychwytywanego przez pompy ciepła – współczynnik wydajności cieplnej.

Poniżej przedstawione zostały zgodnie z wykazem obiektów energetycznych zawartym w [załączniku nr 5](#) charakterystyki poszczególnych przemian energetycznych:

### **Elektrownie wodne**

W elektrowniach wodnych następuje przemiana energii kinetycznej wody przepływającej przez turbinę na energię elektryczną wytwarzaną przez sprzęgnięty z turbiną generator.

Przyjmuje się, że miarą ilości wykorzystanej energii wodnej jest produkcja energii elektrycznej brutto mierzona na zaciskach wyjściowych generatorów.

Do energii odnawialnej zaliczana jest wyłącznie produkcja energii elektrycznej w elektrowniach o naturalnym dopływie wody.

## Instalacje geotermalne

W Polsce ciepło zasobów hydrotermalnych (wód geotermalnych) wykorzystywane jest do celów grzewczych, głównie z zastosowaniem wymienników ciepła. Wody geotermalne po oddaniu ciepła w wymiennikach są zazwyczaj tłoczone z powrotem do złoża.

Systemy umożliwiające eksploatację złóż wód geotermalnych można podzielić na trzy podstawowe grupy, a mianowicie:

- jednootworowe otwarte systemy eksploatacyjne,
- jednootworowe systemy eksploatacyjno-zatłaczające,
- dwuotworowe systemy eksploatacyjno-zatłaczające.

Jednootworowe systemy eksploatacyjne znajdują zastosowanie przede wszystkim w przypadku wód geotermalnych niezmineralizowanych lub słabo zmineralizowanych. W tych systemach pompa głębinowa dostarcza wodę geotermalną do wymienników ciepła, w których oddaje ona ciepło wodzie sieciowej. Woda sieciowa krążąc w układzie zamkniętym, może być przed doprowadzeniem do użytkowników dodatkowo podgrzana. Woda geotermalna opuszczając wymiennik zostaje skierowana do zbiornika retencyjnego i następnie może być wykorzystana do innych celów, np. do hodowli ryb, czy też w basenach kąpielowych.

W systemach jednootworowych stosowane są też inne rozwiązania, np. z pompą strumieniową do wydobywania wody geotermalnej, z dwiema rurami obok siebie lub stanowiących wymiennik ciepła typu rurki Fielda (rura w rurze).

W systemach dwuotworowych przy ustalaniu lokalizacji otworów wylotowych i zatłaczających należy uwzględnić ich wzajemne oddziaływanie podczas eksploatacji złóż. Systemy te mogą działać wykorzystując jedną lub dwie warstwy wodonośne.

Wody geotermalne w zależności od ich temperatury dzielimy na:

- wody ciepłe (niskotemperaturowe) - 20 ÷ 35 [°C],
- wody gorące (średnotemperaturowe) - > 35 ÷ 80 [°C],
- wody bardzo gorące (wysokotemperaturowe) - > 80 ÷ 100 [°C],
- wody przegrzane - > 100 [°C].

W przypadku braku możliwości dokonania bezpośrednich pomiarów ilości energii użytkowej pozyskanej ze źródeł geotermalnych, wielkość tę można obliczyć z następującego wzoru:

$$Q_u = G \times (i_1 - i_2) \times \eta \times h \times 10^{-6} \text{ [GJ]},$$

gdzie:

- $Q_u$  – roczna produkcja ciepła użytkowego [GJ],
- $G$  – średnioroczne natężenie przepływu czynnika [kg/h],
- $i_1$  – średnioroczna entalpia właściwa czynnika wyphywającego z otworu wydobywczego [kJ/kg],
- $i_2$  – średnioroczna entalpia właściwa czynnika powrotnego [kJ/kg],
- $\eta$  – sprawność instalacji,
- $h$  – liczba godzin pracy instalacji w roku sprawozdawczym [h].

Pomiaru natężenia przepływu czynnika dokonuje się za pomocą przepływomierzy. Parametrem jakościowym nośnika ciepła (woda, para) jest entalpia właściwa ( $i$ ) wyrażająca ilość ciepła zawartą w 1 kg czynnika. Entalpię określa się dla danych parametrów fizycznych (ciśnienie, temperatura). Sprawność instalacji można określić w drodze pomiarów lub wykorzystać do obliczeń wartość podaną przez producenta urządzeń.

W przypadku braku danych występujących w powyższym wzorze, produkcję użytkowego ciepła geotermalnego można obliczyć z następującej zależności:

$$Q_u = P_o \times T_o \times \eta \times 3,6 \text{ [GJ]},$$

gdzie:

- $Q_u$  – roczna produkcja ciepła użytkowego [GJ],
- $P_o$  – moc osiągalna instalacji [MW],
- $T_o$  – liczba godzin pełnego obciążenia [h],
- $\eta$  – sprawność instalacji.

## Instalacje fotowoltaiczne

Podstawowym elementem instalacji fotowoltaicznej są ogniwa fotowoltaiczne (PV), w których zachodzi bezpośrednia przemiana energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną (konwersja fotowoltaiczna) dzięki wykorzystaniu tzw. „efektu fotowoltaicznego” polegającego na powstawaniu siły elektromotorycznej w materiałach o niejednorodnej strukturze podczas ich ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne. Typowe ogniwo fotowoltaiczne stanowi płytka półprzewodnikowa, np. z krzemu monokrystalicznego lub polikrystalicznego.

Ogniwa fotowoltaiczne łączone są szeregowo w zespoły zwane modułami (panelami) fotowoltaicznymi. Podstawowym parametrem modułu fotowoltaicznego jest nominalna moc wyjściowa wyrażona w watach [ $W_p$ ], tj. moc uzyskana w standardowych warunkach testowych (STC) odpowiadających temperaturze napromieniowanego modułu  $25^{\circ}\text{C}$ , natężeniu promieniowania słonecznego  $1000\text{ W/m}^2$  i spektrum (rozkładowi widmowemu) promieniowania słonecznego AM 1,5. W rzeczywistych warunkach zmiennego napromieniowania wielkość mocy wyjściowej jest mniejsza od nominalnej o 10-15%.

Parametry modułów PV określane są również w tzw. warunkach nominalnej temperatury pracy modułu fotowoltaicznego (NOCT) odpowiadających temperaturze otoczenia, przy której wykonywany jest test ( $20^{\circ}\text{C}$ ), natężeniu promieniowania słonecznego  $800\text{ W/m}^2$  i spektrum promieniowania słonecznego AM 1,5. Parametry te bardziej oddają rzeczywiste warunki pracy modułu.

Parametry charakteryzujące moduły fotowoltaiczne podawane są przez ich producentów, w szczególności moc modułu.

Moduły fotowoltaiczne mogą bezpośrednio zasilać odbiorniki prądu stałego, z ewentualnym magazynowaniem nadmiaru energii w akumulatorach.

W instalacjach podłączonych do sieci elektroenergetycznej energia elektryczna z modułów fotowoltaicznych w postaci prądu stałego jest przekształcana przez inwertery (falowniki) na prąd przemienny o odpowiednich parametrach. Energia ta może być bezpośrednio wykorzystywana do zasilania lokalnych odbiorników, a jej nadmiar jest wprowadzany do sieci elektroenergetycznej. Również w instalacjach nie podłączonych do sieci (wyspowych) energia elektryczna z modułów fotowoltaicznych w postaci prądu stałego jest

na ogół zamieniana przez falowniki na prąd przemienny wykorzystywany do zasilania lokalnych odbiorników.

W nowoczesnych systemach fotowoltaicznych stosuje się chłodzenie wewnętrznej powierzchni modułów (PVT) cieczą lub powietrzem, a pozyskane ciepło jest wykorzystywane do celów grzewczych. Chłodzenie zabezpiecza ogniwa przed wzrostem temperatury, jednocześnie zwiększając sprawność instalacji.

Ilość energii użytkowej uzyskanej z instalacji fotowoltaicznych należy określać w drodze bezpośrednich pomiarów.

### **Kolektory słoneczne**

Kolektory słoneczne (kolektory promieniowania słonecznego) są podstawowym elementem instalacji fototermicznych służących podgrzewaniu wody użytkowej, podgrzewaniu wody w basenach kąpielowych, ogrzewaniu pomieszczeń, a także wykorzystywanych w procesach suszarniczych.

W kolektorach słonecznych następuje przemiana energii promieniowania słonecznego na ciepło użytkowe. Energia pozyskana w systemach fototermicznych to energia odebrana przez czynnik roboczy z kolektorów słonecznych.

Najbardziej rozpowszechnionymi typami kolektorów słonecznych są:

- kolektory cieczowe płaskie,
- kolektory cieczowe próżniowe,
- kolektory cieczowe nieosłonięte,
- kolektory powietrzne.

**Kolektor cieczowy płaski** jest urządzeniem do konwersji termicznej energii promieniowania słonecznego stosowanym w przypadkach, gdy temperatura czynnika roboczego może być niższa niż 100°C. Takie kolektory są głównie wykorzystywane do ogrzewania wody użytkowej, również do ogrzewania pomieszczeń czy basenów kąpielowych.

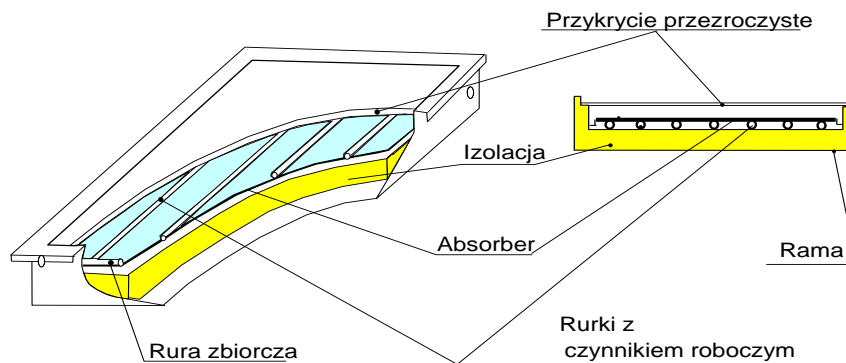
Podstawowymi elementami cieczowego kolektora płaskiego (rys.1) są:

- absorber, na którego powierzchni pochłaniane jest promieniowanie słoneczne i następuje konwersja termiczna tego promieniowania. Najprostszym absorberem jest płyta połączona z kanałami przez które przepływa czynnik roboczy. Absorbery

selektywne (czołowa powierzchnia absorbera jest pokryta mikrometrowej grubości tzw. powłoką selektywną) mają emisyjność w zakresie długofalowego promieniowania podczerwonego mniejszą niż absorpcyjność dla zakresu widma promieniowania słonecznego. Wskutek czego ogranicza się radiacyjne straty ciepła z absorbera do otoczenia, a czynnik roboczy może być podgrzany do wyższej temperatury,

- przykrycie przezroczyste,
- izolacja cieplna chroniąca (od spodu i z boków) absorber przed stratami do otoczenia,
- obudowa zewnętrzna kolektora (rama).

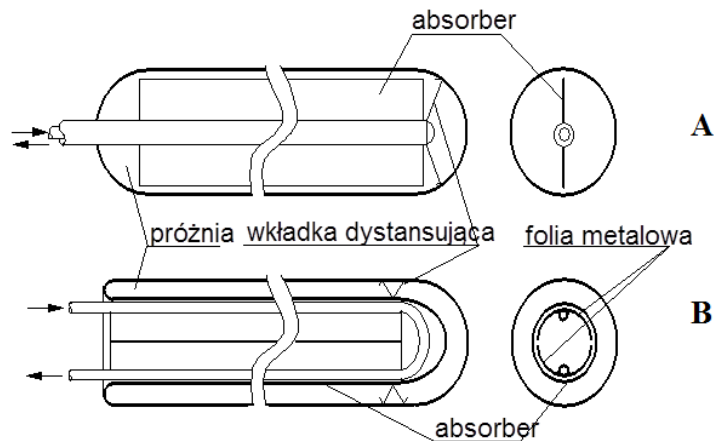
Rys. 1. Widok i przekrój poprzeczny płaskiego cieczowego kolektora promieniowania słonecznego.



**Kolektory cieczowe próżniowe** (rys. 2), charakteryzują się tym, że absorber umieszczony jest w próżniowej rurze (lub w próżniowej prostopadłościennej obudowie), co zapewnia najniższe straty ciepłe. Ich efektywność energetyczna jest wyższa niż płaskich, zwłaszcza przy niskiej temperaturze zewnętrznej (gdy różnica między temperaturą czynnika roboczego a otoczeniem jest duża). Najlepiej nadają się do współpracy z konwencjonalnymi systemami ogrzewania.

Rys. 2. Podstawowe konstrukcje rurowych (tubowych) kolektorów próżniowych:

- absorber w postaci płaskiej płytki (A)
- absorberem jest powierzchnia wewnętrznej szklanej rury (B)



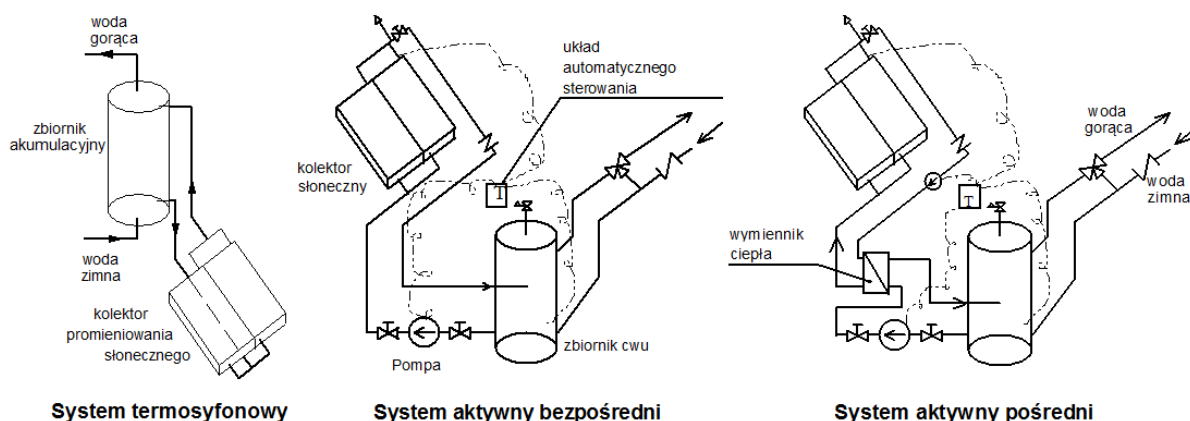
**Cieczowe nieosłonięte** kolektory elastyczne mają absorbery z tworzyw sztucznych. Często stanowią je same absorbery składające się z mat lub rur z tworzywa sztucznego, bez szklanego przykrycia i izolacji termicznej. Przydatne są zwłaszcza do ogrzewania wody w basenach.

**Kolektory powietrzne**, w których czynnikiem roboczym jest powietrze przepływające pod lub nad powierzchnią absorbera, są stosowane w suszarnictwie oraz w innych systemach grzewczych.

Zespoły lub pojedyncze moduły płaskich cieczowych kolektorów słonecznych są najczęściej wykorzystywane w systemach przygotowania ciepłej wody użytkowej. Rozróżnia się instalacje termosyfonowe oraz aktywne: pośrednie i bezpośrednie. W instalacjach termosyfonowych podgrzana energią słoneczną woda dopływa do górnej części zbiornika akumulacyjnego, natomiast woda z dolnej jego części o niższej temperaturze, wskutek konwekcji naturalnej, napływa do kolektora tworząc zamknięty obieg cyrkulacji. Instalacje takie mogą być wykorzystywane w domach letniskowych i innych letnich obiektach rekreacyjnych. W aktywnych systemach, w których zbiornik może być dowolnie zlokalizowany, stosowane są pompy cyrkulacyjne wymuszające przepływ czynnika roboczego. W systemach bezpośrednich nie występują wymienniki ciepła, natomiast w systemach pośrednich są elementem oddzielającym obieg kolektorowy od obiegu wody użytkowej. Umożliwia to zastosowanie w obiegu kolektorowym niezamarzającego czynnika roboczego czyniąc tym samym instalację użyteczną również przy ujemnych temperaturach otoczenia. Podstawowe typy słonecznych systemów podgrzewania ciepłej wody użytkowej przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Słoneczne systemy podgrzewania ciepłej wody użytkowej.



Efektywność działania kolektora zależy od jego konstrukcji, zastosowanych materiałów i warunków eksploatacji. Miarami efektywności pracy kolektora mogą być:

- sprawność chwilowa zdefiniowana jako stosunek mocy odbieranej z kolektora przez czynnik roboczy do iloczynu powierzchni frontowej kolektora i całkowitego natężenia promieniowania słonecznego padającego na tę powierzchnię;
- sprawność długoterminowa, będąca stosunkiem użytkowej energii dostarczonej z kolektora w określonym okresie czasu do sumy napromieniowania powierzchni kolektora w tym czasie (dzień, miesiąc, sezon grzewczy, rok).

Zyski energetyczne instalacji zależą od rodzaju zastosowanych kolektorów, ale równie duże znaczenie ma ich dobór (w zależności od funkcji instalacji: podgrzewanie wody lub/i ogrzewanie pomieszczeń) oraz rodzaj instalacji, w której mają być zainstalowane (praca całoroczna lub sezonowa, wielkość zbiornika akumulującego ciepło, profile odbioru ciepłej wody użytkowej, rodzaj i elementy konwencjonalnego systemu grzewczego).

**Ilość ciepła użytkowego uzyskanego z kolektorów słonecznych** należy określać w drodze pomiarów ciepła odebranego z absorbera przez czynnik roboczy przepływający przez kolektor. Uzysk ciepła użytkowego z kolektorów można obliczyć ze wzoru:

$$Q_u = m \times c_w \times (t_2 - t_1) \times h \times 10^{-6} \text{ [G]},$$

gdzie:

- $Q_u$  – roczna produkcja ciepła użytkowego [GJ],
- $m$  – masowe natężenie przepływu czynnika roboczego [kg/h],
- $c_w$  – ciepło właściwe czynnika roboczego [kJ/kg·K],
- $t_1$  – temperatura czynnika roboczego na wlocie do kolektora [K],
- $t_2$  – temperatura czynnika roboczego na wylocie z kolektora [K],
- $h$  – liczba godzin pracy instalacji [godz.].

W przypadku braku odpowiednich danych z pomiarów bezpośrednich na potrzeby statystyki energii ilość uzyskanego ciepła użytkowego można obliczyć z następującego wzoru:

$$Q_u = \frac{m}{12} \times \sum_{N_{inst}} A \times G \times \eta \quad [\text{GJ}],$$

gdzie:

- $Q_u$  – roczna produkcja ciepła użytkowego [GJ],
- $m$  – liczba miesięcy, w których kolektor pracował w roku sprawozdawczym,
- $N_{inst}$  – liczba instalacji,
- $A$  – powierzchnia kolektora [ $\text{m}^2$ ],
- $G$  – całkowite napromieniowanie słoneczne w ciągu roku [ $\text{GJ}/\text{m}^2 \cdot \text{r}$ ],
- $\eta$  – sprawność instalacji.

Wielkość wskaźnika napromieniowania słonecznego ( $G$ ) zależna jest od lokalnych warunków klimatycznych i ustawienia (nakierowania) kolektora. W przypadku braku możliwości ustalenia wartości tego wskaźnika dla konkretnej lokalizacji, można do obliczeń przyjmować zalecaną dla warunków krajowych wartość standardową, a mianowicie  $3,6 \text{ [GJ}/\text{m}^2 \cdot \text{r}]$ .

Sprawność kolektora ( $\eta$ ), będąca ilorazem ciepła użytkowego odebranego przez przepływający przez kolektor czynnik roboczy i energii promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni kolektora, jest podawana przez producenta urządzeń.

## Elektrownie wiatrowe

W elektrowni wiatrowej następuje przemiana energii kinetycznej wiatru przepływającego przez turbinę wiatrową na energię elektryczną wytwarzaną przez sprzęgnięty z turbiną generator energii elektrycznej. Przyjmuje się, że miarą wykorzystywanej energii wiatru jest produkcja energii elektrycznej wytworzonej przez tę elektrownię.

Podstawowym urządzeniem elektrowni wiatrowej służącym wykorzystaniu energii wiatru jest umieszczona na wieży turbina wiatrowa wyposażona w śmigło o dwóch, trzech lub większej liczbie łopat.

Turbiny wiatrowe, ze względu na wielkość wyróżnika szybkobieżności ( $z_n$ ), będącego ilorazem prędkości liniowej łopat wirnika i prędkości wiatru, można podzielić na:

- wolnobieżne –  $z_n \leq 1,5$ ,
- średnobieżne –  $1,5 < z_n \leq 3,5$ ,
- szybkobieżne –  $3,5 < z_n$ .

Elektrownia wiatrowa pracuje w określonym, uzależnionym od rozwiązań konstrukcyjnych, zakresie prędkości wiatru (od minimalnego do maksymalnego dla danego typu elektrowni). To oznacza, że przy wietrze wiejącym z prędkością wykraczającą poza ustalony zakres, turbina ulega automatycznemu zatrzymaniu.

Elektrownie wiatrowe wyposażone są w urządzenia do: optymalnego ustawienia śmigła w odniesieniu do kierunku wiatru, blokowania położenia głowicy i unieruchamiania śmigła oraz do sterowania i regulacji.

Elektrownie wiatrowe można również podzielić ze względu na położenie osi obrotu wirnika. Budowane są elektrownie o poziomej osi obrotu wirnika (HAWT) oraz o pionowej osi obrotu (VAWT). Konstrukcje o poziomej osi obrotu wirnika charakteryzują się wyższą sprawnością od elektrowni o pionowej osi obrotu wirnika.

Elektrownia wiatrowa może pracować jako autonomiczna wytwarzająca energię elektryczną dla lokalnych odbiorników lub współpracująca z siecią elektroenergetyczną (podłączona do sieci krajowej).

Ilość wytworzonej przez elektrownię energii elektrycznej jest ustalana w drodze bezpośrednich pomiarów.

## Ciepłownie (kotłownie) wykorzystujące paliwa odnawialne

Ciepłownia (kotłownia) jest to obiekt techniczny składający się z jednego lub kilku zespołów kotłowych służących wytwarzaniu ciepła w procesie spalania paliw. Kotły na paliwa odnawialne zasadniczo nie różnią się od kotłów spalających paliwa kopalne (kotły paleniskowe: węglowe, olejowe, gazowe). Odrębną grupę stanowią nowoczesne, w dużym stopniu zautomatyzowane, kotły na odpowiednio przygotowane paliwo drzewne, tj. brykiety, pelety i zrębki.

Do spalania biopaliw stałych wykorzystywane są cztery podstawowe rodzaje kotłów, a mianowicie: ze spalaniem górnym i dolnym, z odgazowaniem drewna (zgazowujące) i retortowe.

Kotły zgazowujące stosuje się do spalania drewna w kształcie polan lub szczap o długości ok. 50 cm oraz kostki brykietowej, pelet i zrębków. Wprowadzane do kotła paliwo w pierwszej fazie (w komorze zgazowania) podlega suszeniu i zgazowaniu. Następnie w komorze spalania następuje zapłon i spalanie mieszanki gazu i powietrza. Ostatnią fazą jest dopalanie gazu i oddawanie energii w wymienniku ciepła.

Kotły retortowe wyposażone są w zautomatyzowany system podawania paliwa i regulacji ilości dostarczanego powietrza. Przeznaczone są do spalania m.in. balotów słomy, brykietów, pelet, zrębków oraz trocin i pociętej słomy. Paliwo transportowane jest z zasobnika do komory spalania, np. podajnikiem śrubowym, czy też pneumatycznie. Do sterowania procesem spalania wykorzystywane są możliwości regulacji parametrów dostarczanego powietrza.

Biopaliwa (stałe, gazowe, ciekłe) wykorzystywane są również w istniejących zespołach kotłowych opalanych paliwami kopalnymi. Ze względu na sposób podawania biopaliw do kotła technologie współspalania można podzielić na:

- współspalanie bezpośrednie polegające na równoczesnym spalaniu mieszaniny węgla i biopaliw stałych w jednej komorze,
- współspalanie pośrednie, do którego można zaliczyć spalanie biopaliw stałych lub biogazu w przedpalenisku. Entalpia spalin wykorzystywana jest w komorze spalania, w której zabudowane są powierzchnie ogrzewalne, bądź bezpośrednio jako czynnik grzejny w wymiennikach ciepła. Drugi sposób współspalania pośredniego polega

na zgazowaniu lub pirolizie biopaliw w gazogeneratorze. Wytworzony gaz kierowany jest do komory spalania kotła,

- współspalanie równoległe polegające na spalaniu biopaliw w osobnym kotle i przesyłaniu wytworzonej w nim pary lub gorącej wody do odrębnego kotła na paliwa kopalne (głównie węglowe).

Parametry eksploatacyjne zespołów kotłowych (przede wszystkim wydajność cieplna, sprawność) są określane w dokumentacji technicznej urządzeń. W przypadku braku odpowiednich danych lub też dla określenia tych wartości w warunkach normalnej eksploatacji, przeprowadza się badania kontrolne polegające na pomiarze odpowiednich wielkości charakteryzujących pracę urządzeń (natężenie przepływu paliwa, pary lub gorącej wody oraz wody zasilającej, a także ciśnienia i temperatury pary lub wody). Wyniki pomiarów służą ustalaniu parametrów eksploatacyjnych (bilansowych), w szczególności wydajności cieplnej (przy określonym zużyciu paliw wsadowych).

W kotłach paleniskowych zachodzi przemiana energetyczna polegająca na przetwarzaniu energii chemicznej paliw, w tym odnawialnych (w procesie spalania) na ciepło zawarte w parze lub gorącej wodzie.

Wsadem do procesu wytwarzania ciepła w kotłach paleniskowych są wszystkie rodzaje paliw, w tym paliwa pochodzące z odnawialnych źródeł energii oraz paliwa odpadowe. W przypadku paliw odnawialnych są to: biopaliwa stałe (w tym frakcje organiczne odpadów komunalnych i przemysłowych), biogaz i biopaliwa ciekłe dla celów energetycznych (biopłyny).

### **Elektrownie i elektrociepłownie wykorzystujące paliwa odnawialne**

W elektrowniach ciepłych, zwanych też konwencjonalnymi, zachodzi proces przetwarzania energii chemicznej paliwa na energię elektryczną. Na proces ten składa się szereg powiązanych ze sobą przemian energetycznych, a mianowicie: energii chemicznej paliwa na ciepło, ciepła na energię mechaniczną oraz energii mechanicznej na energię elektryczną.

**Elektrownią** nazywany jest obiekt techniczny składający się z jednego lub kilku zespołów urządzeń wytwarzających energię elektryczną. Energia elektryczna jest wytwarzana przez generatory przetwarzające energię mechaniczną na energię elektryczną. W elektrowniach ciepłych do napędu generatorów prądotwórczych wykorzystywane są turbiny

parowe, głównie kondensacyjne. Turbina kondensacyjna zasilana jest przegrzaną parą wodną pod wysokim ciśnieniem, wytwarzaną w kotłach energetycznych spalających różnego rodzaju paliwa, w tym paliwa odnawialne i odpadowe. Para przepływając przez turbinę ulega rozprężeniu i ochłodzeniu. Energia kinetyczna uwolniona w wyniku rozprężania pary przetwarzana jest (na łopatkach osadzonych na wirniku) w energię mechaniczną ruchu obrotowego. W mniejszych elektrowniach stosowane są również turbiny gazowe lub spalinowe silniki tłokowe. Turbiny gazowe są napędzane bezpośrednio przez spaliny powstałe w komorze spalania turbiny gazowej (spalanie paliw gazowych lub ciekłych). Podstawowym zadaniem elektrowni ciepłych jest wytwarzanie energii elektrycznej, a odzyskiwane ilości ciepła

(np. z pary wylotowej z turbiny, z odmulin, ze spalin) wykorzystywane są na własne potrzeby technologiczne (np. podgrzewanie wody zasilającej, suszenie paliwa, podgrzewanie powietrza zasilającego kotły) oraz niekiedy do ogrzewania pomieszczeń i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Można też pobierać ciepło ze stacji redukcyjno-schładzających zasilanych świeżą parą bezpośrednio z kotłów energetycznych (przed turbiną). W starszych elektrowniach kotły energetyczne pracują na wspólny kolektor (rurociąg zbiorczy) pary, z którego zasilane są poszczególne turbiny. Obecnie buduje się układy blokowe. Bloki energetyczne tj. zespoły urządzeń elektrowni ciepłej, składające się z: kotła, turbiny, generatora, transformatora i urządzeń pomocniczych, tworzą niezależne ciągi technologiczne.

Zdolności wytwórcze elektrowni zależą bezpośrednio od wielkości mocy osiągalnej. **Moc osiągalna elektrowni** jest to maksymalna trwała moc, którą elektrownia może rozwinąć przy dobrym stanie urządzeń i w normalnych warunkach pracy. Rozróżnia się dwa pojęcia mocy, a mianowicie moc: brutto i netto. **Moc brutto elektrowni** to moc zmierzona na zaciskach generatorów (łącznie z mocą na potrzeby własne elektrowni). **Moc netto elektrowni** oblicza się odejmując od mocy brutto moc potrzeb własnych elektrowni. Wielkością określającą możliwości wytwórcze elektrowni jest **moc zainstalowana elektrowni**, będąca sumą znamionowych mocy czynnych wszystkich generatorów elektrowni, łącznie z generatorami potrzeb własnych. **Moc znamionowa** jest to maksymalna trwała moc, na którą dane urządzenie jest obliczone (zaprojektowane). Moc znamionowa podawana jest przez producenta na tabliczce znamionowej urządzenia.

W przypadku, gdy w elektrowni oprócz paliw odnawialnych zużywane są również paliwa kopalne (współspalanie), udział produkcji energii elektrycznej z paliw odnawialnych w łącznej produkcji określa się w takiej samej proporcji jak udział wartości energetycznej tych paliw w łącznej wartości energetycznej wszystkich zużytych paliw.

**Elektrociepłownia** to obiekt techniczny składający się z jednego lub kilku zespołów urządzeń służących do jednoczesnego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. Zespoły wytwórcze pracujące w trybie skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła zwane są **jednostkami kogeneracyjnymi**.

Elektrociepłownie, w zależności od rodzaju zainstalowanych urządzeń napędzających generatory prądotwórcze, można podzielić na pięć podstawowych typów, a mianowicie na:

- elektrociepłownie z turbinami gazowymi w układzie kombinowanym z odzyskiem ciepła (układ gazowo-parowy),
- elektrociepłownie z turbinami parowymi przeciwprężnymi,
- elektrociepłownie z turbinami parowymi upustowo-kondensacyjnymi,
- elektrociepłownie z turbinami gazowymi z odzyskiem ciepła,
- elektrociepłownie z silnikami spalinowymi (tłokowymi).

Podstawowym zadaniem elektrociepłowni jest wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła użytkowego. Do ciepła wytwarzanego w skojarzeniu zaliczane jest ciepło uzyskiwane z jednostek kogeneracyjnych równocześnie z produkcją energii elektrycznej. Ciepło wytwarzane w innych jednostkach wytwórczych (kotłach ciepłowniczych) zainstalowanych w tym samym zakładzie co jednostki kogeneracyjne lub ciepło pobierane z kotłów energetycznych przed turbiną (do stacji redukcyjno-schładzających), nie jest zaliczane do ciepła wytwarzanego w skojarzeniu.

### **Mieszalnie paliw gazowych (z biogazami) i paliw ciekłych dla transportu (z biopaliwami ciekłymi)**

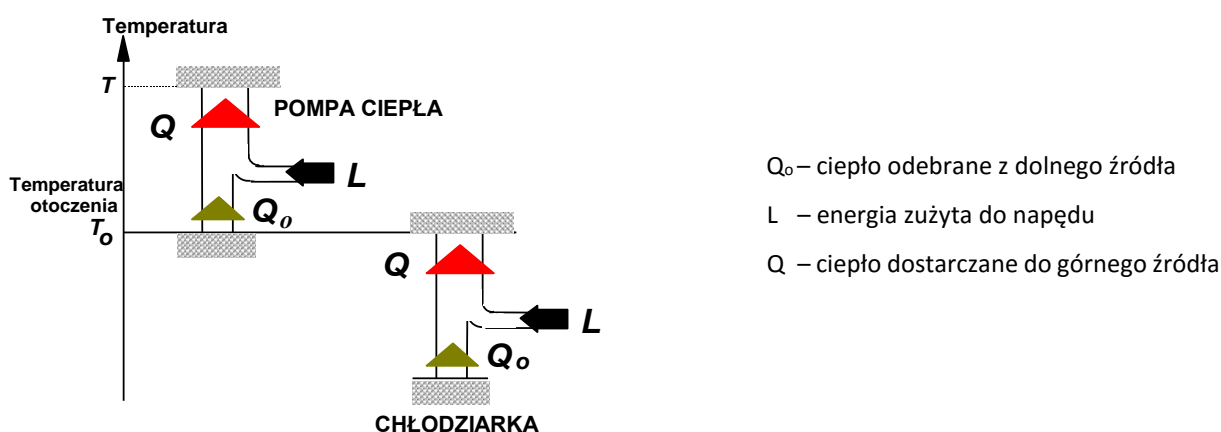
**Mieszanie biogazu z gazami sieciowymi** (gaz ziemny wysokometanowy i gaz ziemny zaazotowany) następuje poprzez wprowadzenie biogazu do gazowej sieci dystrybucyjnej. Wprowadzony do sieci biogaz musi spełniać parametry jakościowe określone w odpowiednich przepisach. Wartość energii odnawialnej biogazu wprowadzonego do gazowej sieci dystrybucyjnej jest równa iloczynowi jego ilości (objętości) i ciepła spalania.

**Mieszanie biopaliw ciekłych z produktami naftowymi** stosowanymi w transporcie do napędu silników spalinowych jest procesem fizycznym, w wyniku którego otrzymuje się standaryzowane produkty będące przedmiotem handlu. Biopaliwa ciekłe są stosowane jako biokomponenty dodawane do paliw silnikowych wytwarzanych z ropy naftowej. Dodatkami najczęściej stosowanymi są: bioetanol (dodatek do benzyn silnikowych) i biodiesel (dodatek do olejów napędowych). Wartość energii odnawialnej biopaliw ciekłych mieszanych z produktami naftowymi jest równa iloczynowi ich ilości (ciężar lub objętość) i wartości opałowej.

### Pompy ciepła

Pompa ciepła pobiera energię z ośrodka o niskiej temperaturze (dolne źródło) i przekazuje do ośrodka o wyższej temperaturze (górne źródło), przy wykorzystaniu dostarczonej z zewnątrz energii (mechanicznej lub ciepła). Urządzenie to działa na takiej samej zasadzie jak chłodziarka, z tym że zadaniem chłodziarki jest odebranie ciepła z ośrodka o niskiej temperaturze (komora chłodnicza), natomiast zadaniem pompy ciepła jest dostarczenie ciepła do ośrodka o wyższej temperaturze (odbiornik ciepła). Na rys. 4 przedstawiono schematycznie zasadę działania pompy ciepła i chłodziarki.

Rys. 4. Zasada działania pompy ciepła (pobierającej ciepło od otoczenia) i chłodziarki.



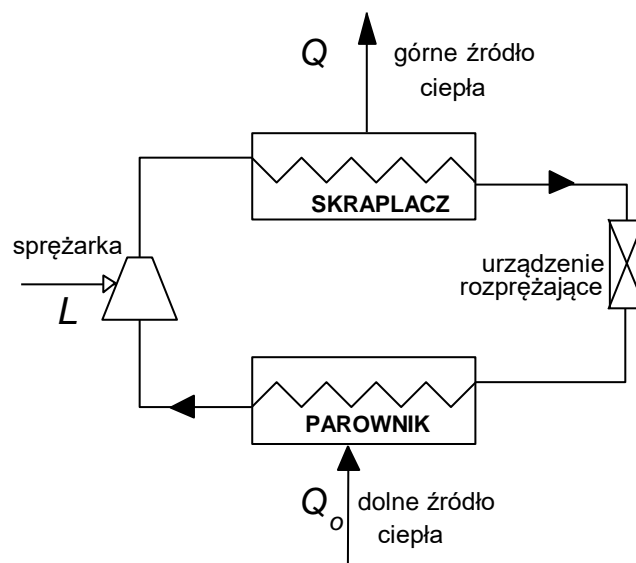
Pompy ciepła wykorzystują tzw. ciepło niskotemperaturowe, w tym odnawialne ciepło pobierane z otoczenia (środowiska naturalnego), tj. z powietrza zewnętrznego, gruntu oraz wód gruntowych lub powierzchniowych. Ciepło wytwarzane przez pompę ciepła (ciepło użytkowe) zawiera ciepło pobrane z dolnego źródła (np. ciepło otoczenia) i energię zużyta do napędu.



W zależności od postaci energii napędowej, pompy ciepła dzielimy na napędzane mechanicznie (sprężarkowe) i napędzane cieplnie (absorpcyjne).

Podstawowymi elementami **sprężarkowej pompy ciepła** (rys. 5) są: sprężarka, skraplacz, urządzenie rozprężające i parownik. Krążący w obiegu czynnik roboczy pośredniczy w przekazywaniu ciepła ze źródła dolnego o niskiej temperaturze do źródła górnego o wyższej temperaturze.

Rys. 5. Schemat funkcjonowania sprężarkowej pompy ciepła.

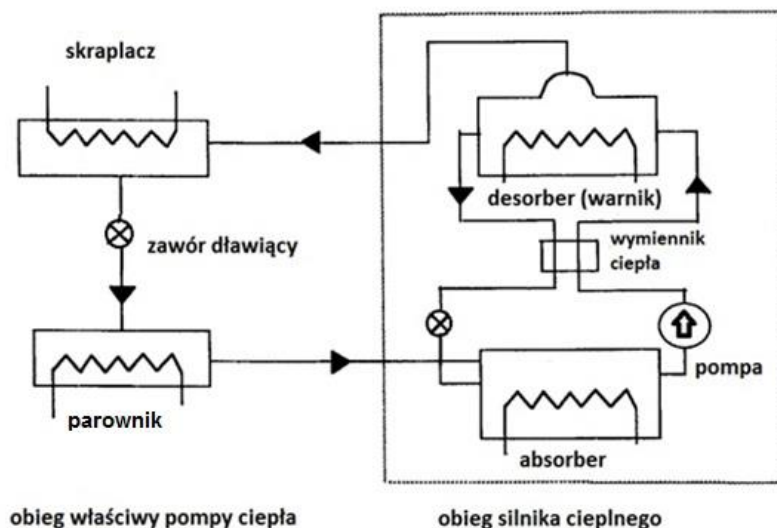


Czynnikiem roboczym w pompach ciepła są substancje charakteryzujące się odpowiednimi parametrami termodynamicznymi, tj. ciśnieniem i temperaturą krytyczną oraz możliwością osiągnięcia niskiego stopnia sprężania przy zadanym ciśnieniu parowania i skraplania. W sprężarkowych pompach ciepła czynnik roboczy w fazie ciekłej przepływa przez parownik i pobierając ciepło z dolnego źródła ulega odparowaniu. Następnie para zasysana jest przez sprężarkę i w wyniku sprężania osiąga wyższą temperaturę i ciśnienie. W kolejnym etapie cyklu roboczego para wpływa do skraplacza oddając ciepło czynnikowi przepływającemu przez skraplacz (np. wodzie w obiegu grzewczym). Skroplony czynnik roboczy ulega rozprężeniu w zaworze rozprężającym do ciśnienia panującego w parowniku. Obieg termodynamiczny (Lindego) zostaje zamknięty i następuje powtórzenie cyklu roboczego.

Do napędu sprężarkowych pomp ciepła najczęściej stosowane są silniki elektryczne. Mogą być też używane tłokowe silniki spalinowe. Parowniki i skraplacze są typowymi wymiennikami ciepła.

W **absorpcyjnych pompach ciepła** (rys. 6) energia potrzebna do przeniesienia ciepła ze źródła dolnego do źródła górnego dostarczana jest w postaci ciepła. W tych pompach skraplanie i odparowanie czynnika roboczego dokonywane jest tak samo jak w sprężarkowych pompach ciepła. Natomiast do sprężania pary wykorzystywany jest silnik cieplny stanowiący zespół dwóch podstawowych urządzeń, a mianowicie: absorbera (dolne źródło obiegu silnika cieplnego) i desorbera (górne źródło obiegu silnika cieplnego). W obiegu silnika cieplnego pomiędzy absorberem a desorberem przepływa sorbent (czynnik roboczy silnika cieplnego).

Rys. 6. Schemat funkcjonowania absorpcyjnej pompy ciepła.



Absorpcyjne pompy ciepła wymagają dostarczania ciepła z zewnątrz do przeprowadzenia procesu desorpcji. Ciepło może pochodzić z urządzeń tradycyjnych, np. z kotłów gazowych lub stanowić ciepło odpadowe odzyskiwane, np. z procesów przemysłowych.

Ze względu na rodzaj czynników spełniających rolę dolnego i górnego źródła ciepła, spośród pomp ciepła wykorzystujących ciepło otoczenia można wydzielić następujące podstawowe **typy pomp**:

- **powietrze/powietrze** – pompy te mogą wykorzystywać powietrze zewnętrzne lub powietrze wywiewne z instalacji wentylacyjnej pomieszczeń;

- **powietrze/woda** – pompa wykorzystuje powietrze jako źródło dolne, a pobraną energię oddaje wodzie obiegu grzewczego. W tym przypadku możliwe jest równoległe lub szeregowe połączenie pompy ciepła z kotłem wodnym lub podgrzewaczem wody;
- **grunt/woda** – pompa pobiera energię z gruntu (poprzez wymienniki pionowe lub poziome z cyrkulacją solanki, jako medium pośrednim), a oddaje wodzie obiegu grzewczego;
- **woda/woda** – pompa pobiera energię z wody (np. gruntowej, powierzchniowej), a oddaje wodzie obiegu grzewczego;
- **woda/powietrze** – pompa pobiera ciepło z wody, a oddaje do powietrza służącego ogrzewaniu, np. pomieszczeń budynku.

Ilość energii odnawialnej wychwyconej przez pompy ciepła z otoczenia w przypadku braku możliwości bezpośrednich pomiarów, w szczególności całkowitej energii użytkowej oddanej przez pompę ciepła i energii jej napędu, oblicza się z następującego wzoru:

$$E_{RES} = Q_{usable} \times \left(1 - \frac{1}{SPF}\right) \text{ [GJ]},$$

gdzie:

$E_{RES}$  – energia odnawialna dostarczona przez pompę ciepła [GJ],

$Q_{usable}$  – szacunkowe całkowite ciepło użytkowe pochodzące z pompy ciepła [GJ].

Wielkość tę oblicza się ze wzoru:

$$Q_{usable} = 3,6 \times (H_{HP} \times P_{rated}) \text{ [GJ]},$$

$H_{HP}$  – równoważny czas pracy z pełnym obciążeniem [h],

$P_{rated}$  – moc (wydajność) cieplna pompy ciepła [MW],

$SPF$  – szacunkowy przeciętny współczynnik wydajności sezonowej  
( $SCOP_{net}$  lub  $SPER_{net}$ ).

Użyte w powyższych obliczeniach pojęcia definiowane są następująco:

**Energia odnawialna dostarczana przez pompę ciepła** ( $E_{RES}$ ), jest to ilość energii wychwyconej przez pompę ciepła z otoczenia, tj. energii: aerotermicznej, geotermicznej lub hydrotermicznej. Wielkość ta stanowi różnicę całkowitej produkcji ciepła użytkowego

pochodzącego z pompy ciepła (oddawanego do źródła górnego) i energii zużytej do napędu pompy;

**Szacunkowe całkowite ciepło użytkowe pochodzące z pompy ciepła ( $Q_{usable}$ )** oznacza całkowitą produkcję ciepła użytkowego odebranego z górnego źródła ciepła pompy. Wielkość ta stanowi iloczyn znamionowej wydajności grzewczej ( $P_{rated}$ ) i równoważnego czasu pracy pompy ciepła ( $H_{HP}$ );

**Moc (wydajność) cieplna pompy ciepła ( $P_{rated}$ )** oznacza wydajność grzewczą pompy w normalnych warunkach eksploatacji (dla których została zaprojektowana). Wartość ta podawana jest przez producenta urządzeń, jako: **„moc (wydajność) znamionowa”**;

**Równoważny czas pracy pompy ciepła z pełnym obciążeniem ( $H_{HP}$ )**, jest to liczba godzin pracy pompy przy pełnym obciążeniu (znamionowym), przy której możliwe jest uzyskanie ilości energii równej wytworzonej przez pompę pracującą w rzeczywistych warunkach eksploatacji (np. w ciągu roku). Wartość tego wskaźnika jest równa ilorazowi ilości ciepła użytkowego wytworzonego przez pompę ciepła w rzeczywistych warunkach eksploatacji i mocy znamionowej (nominalnej) pompy ciepła;

**Szacunkowy przeciętny współczynnik wydajności sezonowej (SPF)**, definiowany jest jako iloraz ciepła odbieranego ze źródła górnego i energii napędowej (grzewczej) pompy ciepła. Współczynnik ten zależy od typu pompy ciepła i rodzaju instalacji oraz lokalnych warunków klimatycznych. Wskaźnik ten w zależności od rodzaju napędu pompy określany jest jako **„współczynnik efektywności sezonowej w trybie aktywnym”** ( $SCOP_{net}$ ) dla pomp napędzanych energią elektryczną lub **„sezonowe zużycie energii pierwotnej netto w trybie aktywnym”** ( $SPER_{net}$ ) dla pomp napędzanych ciepłem. Dla nominalnych warunków pracy pompy ciepła podawana jest (przez producentów urządzeń) wielkość **„współczynnika efektywności”** (COP) dla pomp napędzanych energią elektryczną lub **„wskaźnika zużycia energii pierwotnej”** (PER) dla pomp napędzanych energią cieplną.

**„Sezonowy współczynnik efektywności”** (SCOP lub SPER) stanowi uśrednioną wielkość z całego sezonu grzewczego (dla danej lokalizacji). Polska została zaliczona do obszaru klimatu chłodnego. Wartości tych parametrów dla krajowych warunków klimatycznych podano w poniższej tabeli.

Źródło ciepła otoczenia (dolne)	Typ pompy (źródło ciepła: dolne/górne)	Pompy napędzane energią elektryczną		Pompy napędzane energią cieplną	
		H <sub>HP</sub> [h]	SPF (SCOP <sub>net</sub> )	H <sub>HP</sub> [h]	SPF (SPER <sub>net</sub> )
Powietrze (energia aerotermiczna)	Powietrze/powietrze	1970	2,5	1970	1,15
	Powietrze/woda	1710	2,5	1710	1,15
	Powietrze/powietrze (odwracalna)	1970	2,5	1970	1,15
	Powietrze/woda (odwracalna)	1710	2,5	1710	1,15
	Powietrze wywiewne/powietrze	600	2,5	600	1,15
	Powietrze wywiewne/woda	600	2,5	600	1,15
Grunt (energia geotermiczna)	Grunt/powietrze	2470	3,2	2470	1,4
	Grunt/woda	2470	3,5	2470	1,6
Wody gruntowe i powierzchniowe (energia hydrotermiczna)	Woda/powietrze	2470	3,2	2470	1,4
	Woda/woda	2470	3,5	2470	1,6

**Sprawność produkcji energii”** ( $\eta$ ) jest to iloraz ilości energii zużytej do napędu pompy i energii pierwotnej zużytej do wytworzenia tej energii (napędowej). Dla pomp ciepła napędzanych energią elektryczną jest przyjmowana sprawność wytwarzania energii ( $\eta$ ) równa 0,455. Dla pomp napędzanych ciepłem (bezpośrednio lub poprzez spalanie paliw) przyjmuje się  $\eta = 1$ .

### Zakłady produkcji węgla drzewnego

Węgiel drzewny jest produktem destylacji rozkładowej i pirolizy drewna oraz innych substancji roślinnych. Ze względu na małą zawartość substancji smolistych węgiel drzewny należy do biopaliw stałych generujących bardzo małą ilość zanieczyszczeń.

Węgiel drzewny jest wytwarzany w retorach (stalowych cylindrach), w których w wyniku działania wysokich temperatur następuje proces pirolizy. Ze względu na warunki prowadzenia procesu (temperatura, szybkość nagrzewania, czas wygrzewania w temperaturze końcowej i rozdrobnienie produktu) można wyróżnić następujące rodzaje pirolizy:

- konwencjonalna (niskotemperaturowa),
- szybka,

- błyskawiczna.

Najczęściej wykorzystywaną metodą produkcji węgla drzewnego jest piroliza konwencjonalna.

W wyniku niskotemperaturowej pirolizy biopaliw stałych otrzymuje się następujące produkty:

- węgiel drzewny (stałe pozostałości procesu),
- smoła pirolityczna,
- woda rozkładowa,
- gaz pirolityczny.

Wartość energetyczna wytworzonego węgla drzewnego jest równa iloczynowi jego masy i wartości opałowej. W przypadku braku możliwości ustalenia rzeczywistej wartości opałowej przyjmuje się wielkość standardową 30 MJ/kg.

**Wykaz aktów prawnych dotyczących OZE**

1. Ustawa z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (Dz. U. z 2012 r., poz. 591, z późn. zm.).
2. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 2012 r., poz. 1059, z późn. zm.).
3. Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz.U. 2015 poz. 775, z późn. zm.).
4. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. 2015 poz. 2167).
5. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2015 r., poz. 478).
6. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 21 lipca 2015 r. w sprawie programu badań statystycznych statystyki publicznej na rok 2016 (Dz.U. z 2015 r. poz. 1304).
7. Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 18 marca 2015 r. w sprawie określenia wzorów formularzy sprawozdawczych, objaśnień co do sposobu ich wypełniania oraz wzorów kwestionariuszy i ankiet statystycznych stosowanych w badaniach statystycznych ustalonych w programie badań statystycznych statystyki publicznej na rok 2015 (Dz.U. z 2015 r., poz. 561).
8. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1099/2008 z dnia 22 października 2008 r. w sprawie statystyki energii (Dz. U. L 304 z 14.11.2008).
9. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 431/2014 z dnia 24 kwietnia 2014 r. zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1099/2008 w sprawie statystyki energii w odniesieniu do wdrażania rocznych statystyk dotyczących zużycia energii w gospodarstwach domowych (Dz. U. L 131 z 1.5.2014).
10. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywę 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. U. L 140 z 5.6.2009).

11. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektywy 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE (Dz. U. L 315 z 14.11.2012).
12. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/1513 z dnia 9 września 2015 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniająca dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz. U. L 239, 15.9.2015, p. 1–29).
13. Decyzja Komisji z dnia 1 marca 2013 r. ustanawiająca wytyczne dla państw członkowskich dotyczące obliczania energii odnawialnej z pomp ciepła w odniesieniu do różnych technologii pomp ciepła na podstawie art. 5 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE (Dz. U. L 62 z 6.3.2013).



**Literatura**

1. Cieśliński J., Mikielwicz J., *Niekonwencjonalne źródła energii*, Politechnika Gdańska, Gdańsk 1996.
2. Chwieduk D., *Energetyka słoneczna budynku*, Wydawnictwo Arkady Sp. z o.o., Warszawa 2011.
3. Gawin D., Sabiniak H., *Świadectwa charakterystyki energetycznej. Praktyczny poradnik*, ArCADiasoft Chudzik sp. J., 2009.
4. Gogół W. (red.), *Konwersja termiczna energii promieniowania słonecznego w warunkach krajowych*, Ekspertyza PAN, Warszawa 1993.
5. Gogół W., *Wymiana ciepła. Tablice i wykresy*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej 1972.
6. Gronowicz J., *Niekonwencjonalne źródła energii*, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom – Poznań 2010.
7. Kępińska B., *Geotermia w Polsce – stan, zasoby, możliwości wykorzystania*, Warszawa 2013.
8. Klugmann-Radziemska E., Klugmann E., *Systemy słonecznego ogrzewania i zasilania elektrycznego budynków*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2002.
9. Kupczyk A., *Konieczne zmiany w sektorze biopaliw transportowych w Polsce*, Warszawa, 2013.
10. Marecki J., *Podstawy przemian energetycznych*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.
11. Mauthner F., Weiss W., *Solar Heat Worldwide. Markets and Contribution to the Energy Supply 2012*, International Energy Agency 2014.
12. Michałowski S., *Energetyka wodna*, Warszawa, 1975.
13. Nielsen, *Simple method for Converting Installed Solar Collector Area to Annual Collector Output, Solar Heating and Cooling Programme*. European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF). International Energy Agency (IEA), 2011.

14. Laurow Z. *Produkcja węgla drzewnego w warunkach polowych*, 1997.
15. Lewandowski W., *Proekologiczne źródła energii odnawialnej*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2001.
16. Radziemska E. *Biopaliwa z rzepaku. Przygotowanie surowca do otrzymywania biodiesla w warunkach gospodarstwa rolnego oraz pilotowe metanolizy*, Gdańsk 2009.
17. Rubik M., *Pompy ciepła. Poradnik*, Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”.
18. Sokołowski J., *Metodyka oceny zasobów geotermalnych i warunki ich występowania w Polsce*, Materiały Polskiej Szkoły Geotermalnej, II Kur., Wyd. PGA i CPPGSMiE PAN, Kraków-Straszecin 1997.
19. Recknagel, Sprenger, Hönnmann, Schramek, *Poradnik Ogrzewanie i klimatyzacja z uwzględnieniem chłodnictwa i zaopatrzenia w ciepłą wodę*, EWFE – Wydanie 1, Gdańsk 1994.
20. Szargut J., Ziębik A., *Podstawy energetyki cieplnej*, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 1998.
21. Szymański B., *Instalacje fotowoltaiczne*, Wydanie II, GLOBEnergia, Kraków 2013.
22. Tytko R., *Odnawialne źródła energii. Wybrane zagadnienia*, Lotos Poligrafia sp. z o.o., Wydanie czwarte, 2010.

**Definicje podstawowych pojęć**

**Biokomponenty** - bioetanol, biometanol, biobutanol, ester, bioeter dimetylowy, czysty olej roślinny, biowęglowodory ciekłe, bio propan-butan, skroplony biometan, sprężony biometan oraz biowodór, które są stosowane jako dodatki do paliw silnikowych wytwarzanych z ropy naftowej.

**Brykiety** - sprasowane pod wysokim ciśnieniem rozdrobnione odpady drzewne bez dodatku substancji klejących, w kształcie walca.

**Ciepło otoczenia** - energia pobierana z otoczenia (źródło dolne niskotemperaturowe), tj. z powietrza, gruntu (geotermia płytka), wód gruntowych i powierzchniowych, przy zastosowaniu pomp ciepła.

**Ciepło spalania** - ilość ciepła, jaka wydziela się podczas spalania izobarycznego 1 kg paliwa stałego lub ciekłego albo 1 m<sup>3</sup> paliwa gazowego, jeśli spalanie było zupełne i całkowite, spalane substancje miały temperaturę normalną 273 K (0°C), produkty spalania oddały taką ilość ciepła, że również mają temperaturę normalną i cała para wodna zawarta w spalinach uległa skropleniu.

**Energia pierwotna** - jest to energia zawarta w pierwotnych nośnikach energii pozyskiwanych bezpośrednio z zasobów naturalnych odnawialnych i nieodnawialnych.

**Energia pochodna** - jest to energia zawarta w pochodnych nośnikach energii, tj. nośnikach uzyskiwanych w procesach przemian energetycznych.

**Energia użytkowa** - służąca zaspokojeniu gospodarczo uzasadnianego zapotrzebowania na energię.

**Energia ze źródeł odnawialnych** - jest to energia uzyskiwana z naturalnych, stale powtarzających się procesów. Pojęciem „energia ze źródeł odnawialnych” – dla celów statystycznych – obejmowane są niekopalne, odnawialne źródła energii, a w szczególności: energia wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalna, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz pozyskiwana z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu odpadów roślinnych i zwierzęcych, a także energia otoczenia (środowiska naturalnego) wykorzystywana przez pompy ciepła.

**Kogeneracja** - równoczesne wytwarzanie energii cieplnej i energii elektrycznej lub mechanicznej w trakcie tego samego procesu technologicznego.

**Kolektor promieniowania słonecznego** - urządzenie zamieniające energię promieniowania słonecznego na ciepło.

**Końcowe zużycie energii brutto** - oznacza nośniki energii dostarczane do celów energetycznych przemysłowi, sektorowi transportu, gospodarstwu domowemu, sektorowi usługowemu, w tym świadczącemu usługi publiczne, rolnictwu, leśnictwu i rybołówstwu, łącznie ze zużyciem energii elektrycznej i ciepła przez przemysł energetyczny na wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła oraz łącznie ze stratami energii elektrycznej i ciepła podczas przesyłania i dystrybucji.

**Liczba godzin pełnego obciążenia** - iloraz ilości wyprodukowanej w badanym okresie energii do mocy osiągalnej instalacji.

**Moc osiągalna instalacji** - maksymalna trwała moc, z jaką urządzenia mogą pracować przy ich dobrym stanie technicznym i w normalnych warunkach eksploatacji.

**Moduł fotowoltaiczny** - urządzenie zamieniające energię promieniowania słonecznego bezpośrednio na energię elektryczną, zbudowane z połączonych ogniw fotowoltaicznych.

**Odnawialne źródła energii** - oznaczają odnawialne, niekopalne źródła energii (energia wiatru, energia słoneczna, energia geotermalna, ciepło otoczenia, energia fal, pływów i prądów morskich, hydroenergia, energia pozyskiwana z biomasy, biogazu wysypiskowego, biogazu pochodzącego z oczyszczalni ścieków i innych biogazów oraz z bioolejów).

**Odzysk (energii i paliw)** - ilość energii (paliw) odzyskana w danym procesie technologicznym i przekazana na zewnątrz do wykorzystania w innych procesach technologicznych.

**Paliwa odpadowe** - paliwa odpadowe stałe roślinne i zwierzęce, palne odpady przemysłowe stałe i ciekłe, paliwa odpadowe gazowe, palne odpady komunalne.

**Paliwa syntetyczne** - używane w transporcie odnawialne paliwa ciekłe i gazowe, pochodzenia innego niż biologiczne, których zawartość energii pochodzi z nośników energii odnawialnej innych jak biomasa.

**Potrzeby energetyczne przemiany** - ilość nośników energii zużytych przez urządzenia pomocnicze, obsługujące proces przemiany (np. podajniki paliwa, pompy, wentylatory).

**Pozyskanie (wydobycie)** - ilość nośników energii uzyskana z zasobów naturalnych (dotyczy tylko nośników energii pierwotnej).

**Produkcja (uzysk)** - ilość nośników energii wytworzonych w procesach przemian energetycznych (dotyczy nośników energii pochodnej).

**Prosument** – osoba, która jednocześnie produkuje i konsumuje (zużywa) wyprodukowaną przez siebie energię (Prosument = Producent + Konsument).

**Przemiana energetyczna** - proces technologiczny, w którym jedna postać energii (przeważnie nośniki energii pierwotnej) zamienia się na inną, pochodną postać energii.

**Straty energii** - ubytki nośników energii powstające podczas transportu (przesyłu), dystrybucji i magazynowania. Obejmują także straty przesyłu energii elektrycznej, ciepła i gazu.

**Wartość opałowa** - ciepło spalania zmniejszone o ciepło parowania wody powstałej z paliwa podczas jego spalania.

**Wsad przemiany energetycznej** - ilość nośników energii stanowiących surowiec technologiczny przemiany, które podlegają przetwarzaniu w procesie przemiany na inne nośniki energii.

**Zużycie bezpośrednie** - ilość nośników energii zużyta w odbiornikach końcowych bez dalszego przetwarzania na inne nośniki energii. Zużycie to obejmuje zużycie nośników energii na potrzeby energetyczne przemian, zużycie nieenergetyczne oraz straty i ubytki naturalne u odbiorców.

**Zużycie ogółem** - suma zużycia bezpośredniego energii oraz zużycia na wsad przemian energetycznych.

**Pełniejszy zakres definicji pojęć stosowanych w statystyce energii zawiera opracowanie pt. „Zasady metodyczne sprawozdawczości statystycznej z zakresu gospodarki paliwami i energią oraz definicje stosowanych pojęć” – Zeszyt metodyczny GUS, Warszawa 2006:**

<http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/zasady-metodyczne-sprawozdawczosci-statystycznej-z-zakresu-gospodarki-paliwami-i-energia-oraz-definicje-stosowanych-pojec,7,1.html>

## **Jednostki miar stosowane w gospodarce paliwami i energią**

Powszechnie stosowanymi jednostkami do wyrażenia ilości paliw i energii są jednostki, które określają: objętość, masę i energię nośnika.

Jednostkami uznanymi w obrocie międzynarodowym, obejmującymi miary ilości paliw i energii są: metr sześcienny ( $m^3$ ), tona (tona metryczna;  $1t = 10^3$  kg) i dżul ( $1 J = 1 N \cdot m$ ;  $1 N$  (niuton) =  $1 kg \cdot m \cdot s^{-2}$ ; s – sekunda). Jednostki te są ujęte w Międzynarodowym Układzie Jednostek Miar, oznaczanym skrótem „SI” (Système International d'Unités). Oprócz jednostek obowiązującego układu SI stosowane są również, w zależności od kraju i miejscowych tradycji, inne jednostki odzwierciedlające historyczne uwarunkowania danego kraju.

### **1. Prefiksy systemu dziesiętnego**

Poniżej podano przedrostki i oznaczenia do wyrażania dziesiętnych wielokrotności i podwielokrotności jednostek miar najczęściej stosowanych w gospodarce paliwami i energią:

decy	(d)	-	$10^{-1}$
deka	(da)	-	10
hekto	(h)	-	$10^2$
kilo	(k)	-	$10^3$
mega	(M)	-	$10^6$
giga	(G)	-	$10^9$
tera	(T)	-	$10^{12}$
peta	(P)	-	$10^{15}$
exa	(E)	-	$10^{18}$

## 2. Wybrane jednostki objętości

Lp.	Nazwa	Oznaczenie	Zależności między jednostkami
1.	metr sześcienny	m <sup>3</sup>	-
2.	dekametr sześcienny	dam <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
3.	litr	l	10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
4.	baryłka	bbl	0,159 m <sup>3</sup>

## 3. Wybrane jednostki masy

Lp.	Nazwa	Oznaczenie	Zależności między jednostkami
1.	kilogram	kg	-
2.	tona (megagram)	t (Mg)	10 <sup>3</sup> kg

## 4. Wybrane jednostki ciśnienia

Lp.	Nazwa	Oznaczenie	Zależności między jednostkami
1.	paskal (1 Pa = 1 N · m <sup>-2</sup> )	Pa	-
2.	atmosfera fizyczna	atm	101 325 Pa
3.	tor (1 mm Hg)	Tr	133,3 Pa
4.	bar	bar	10 <sup>5</sup> Pa

## 5. Wybrane jednostki pracy, energii

Lp.	Nazwa	Oznaczenie	Zależności między jednostkami
1.	dżul (1 J = 1 N · m)	J	0,02388 · 10 <sup>9</sup> toe
2.	kaloria	cal	4,1868 J
3.	tona paliwa umownego	tpu	29,3076 · 10 <sup>9</sup> J
4.	tona oleju ekwiwalentnego	toe	41,868 · 10 <sup>9</sup> J = 11,63 · 10 <sup>3</sup> kWh
5.	kilowatogodzina	kWh	3,6 · 10 <sup>6</sup> J = 0,086 · 10 <sup>3</sup> toe

Tona paliwa umownego (tpu) jest to równoważnik jednej tony węgla kamiennego o wartości opałowej równej siedmiu tysiącom kilokalorii na jeden kilogram (7 000 kcal/ kg).

Tona oleju ekwiwalentnego (toe) jest to równoważnik jednej metrycznej tony ropy naftowej o wartości opałowej równej dziesięciu tysiącom kilokalorii na kilogram (10 000 kcal/kg).

*W sprawozdawczości statystycznej Unii Europejskiej przyjęto, że dla większości sprawozdań z zakresu energii (służącym porównaniom międzynarodowym) jako jednostka energii będzie stosowana „tona oleju ekwiwalentnego” [toe], a właściwie jej wielokrotność, tj. ktoe [ $10^3$  toe]. W tym przypadku typowe zależności między poszczególnymi jednostkami energii przedstawiają się następująco:*

$$1 \text{ ktoe} = 41,868 \text{ TJ} = 11,63 \text{ GWh},$$

$$1 \text{ GWh} = 3,6 \text{ TJ} = 0,086 \text{ ktoe},$$

$$1 \text{ TJ} = 0,02388 \text{ ktoe} = 0,2778 \text{ GWh}.$$

## 6. Wybrane jednostki mocy, strumienia energii

Lp.	Nazwa	Oznaczenie	Zależności między jednostkami
1.	wat ( $1 \text{ W} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$ )	W	-
2.	megawat	MW	$10^6 \text{ W}$

Do pomiaru różnicy temperatur stosuje się oprócz stopni Kelwina (K) również stopnie Celsjusza (°C), przy czym jednostka przyrostu temperatury jest na obu skalach jednakowa. Między temperaturami podawanymi w wyżej wymienionych skalach zachodzi następująca zależność:

$$T = t_c + 273,15$$

gdzie:

T - temperatura termodynamiczna wyrażona w K,

$t_c$  - temperatura w stopniach Celsjusza.



## Charakterystyka przemian energetycznych dotyczących OZE

Lp.	Obiekt energetyczny	Cel przemiany energetycznej	Nośniki energii zużywane na wsad przemiany	Nośniki energii zużywane na potrzeby energetyczne przemiany	Uzysk produktów energetycznych
1.	Elektrownia wodna	wytwarzanie energii elektrycznej	energia kinetyczna wody	energia elektryczna	energia elektryczna
2.	Instalacja geotermalna	wytwarzanie ciepła użytkowego	ciepło wód geotermalnych	energia elektryczna, energia mechaniczna	ciepło użytkowe w wodzie gorącej
3.	Instalacja fotowoltaiczna	wytwarzanie energii elektrycznej	energia promieniowania słonecznego		energia elektryczna
4.	Kolektory słoneczne	wytwarzanie ciepła użytkowego	energia promieniowania słonecznego	energia elektryczna, energia mechaniczna	ciepło użytkowe w wodzie gorącej
5.	Elektrownia wiatrowa	wytwarzanie energii elektrycznej	energia kinetyczna wiatru	energia elektryczna	energia elektryczna
6.	Ciepłownia (kotłownia)	wytwarzanie ciepła użytkowego	wszystkie rodzaje paliw	energia elektryczna, ciepło	ciepło w parze i/lub gorącej wodzie
7a.	Elektrownia ciepła	wytwarzanie energii elektrycznej	wszystkie rodzaje paliw	energia elektryczna, ciepło	energia elektryczna
7b.	Elektrociepłownia	skojarzone wytwarzanie ciepła użytkowego i energii elektrycznej	wszystkie rodzaje paliw	energia elektryczna, ciepło	energia elektryczna, ciepło w parze i/lub gorącej wodzie
8a.	Mieszalnia gazowych paliw sieciowych z biogazami	uzyskanie gazu o parametrach jakościowych odpowiadających wymaganiom gazów sieciowych	gaz sieciowy (gaz ziemny wysokometanowy lub gaz ziemny zaazotowany), biogaz		mieszanina gazu ziemnego z biogazem
8b.	Mieszalnia paliw ciekłych dla transportu	uzyskanie standaryzowanych paliw napędowych do silników spalinowych	produkty naftowe (paliwa napędowe do silników spalinowych), biopaliwa ciekłe		standaryzowane paliwa napędowe dla silników spalinowych
9.	Pompa ciepła	wytwarzanie ciepła użytkowego	ciepło otoczenia zawarte w powietrzu atmosferycznym, gruncie i wodach gruntowych lub powierzchniowych	energia elektryczna, energia mechaniczna, ciepło	ciepło użytkowe w wodzie gorącej
10.	Zakład produkcji węgla drzewnego	produkcji węgla drzewnego	drewno, substancje roślinne (biopaliwa stałe)	energia elektryczna, ciepło	węgiel drzewny, smoła pirolityczna, gaz pirolityczny

**Algorytmy obliczania wybranych kategorii dotyczących OZE**

- 1. Udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto** – wylicza się jako iloraz wartości końcowego zużycia energii brutto ze źródeł odnawialnych oraz wartości końcowego zużycia energii brutto ze wszystkich źródeł i wyrażony jest w % (procentach).
  
- 2. Udział energii ze źródeł odnawialnych w elektroenergetyce** – wylicza się jako iloraz wartości końcowego zużycia energii elektrycznej brutto ze źródeł odnawialnych oraz wartości końcowego zużycia energii elektrycznej brutto ze wszystkich źródeł.
  
- 3. Udział energii ze źródeł odnawialnych w ciepłownictwie i chłodnictwie** – wylicza się jako iloraz wartości końcowego zużycia energii brutto ze źródeł odnawialnych na ogrzewanie i chłodzenie oraz wartości końcowego zużycia energii brutto ze wszystkich źródeł na ogrzewanie i chłodzenie.
  
- 4. Udział energii ze źródeł odnawialnych w transporcie** – wylicza się jako iloraz wartości końcowego zużycia energii ze źródeł odnawialnych w transporcie (wszystkich rodzajów energii ze źródeł odnawialnych, zużytej we wszystkich rodzajach transportu) oraz wartości całkowitej ilości energii zużytej w transporcie (uwzględnia się tylko benzynę, olej napędowy i biopaliwa, zużyte w transporcie drogowym i kolejowym oraz energię elektryczną, nie uwzględnia się natomiast zużycia LPG, nafty lotniczej oraz paliw zużytych do żeglugi śródlądowej).
  
- 5. Końcowe zużycie energii brutto ze źródeł odnawialnych** – wylicza się jako sumę:
  - końcowego zużycia energii elektrycznej brutto ze źródeł odnawialnych;
  - końcowego zużycia energii brutto ze źródeł odnawialnych w ciepłownictwie i chłodnictwie;
  - końcowego zużycia energii ze źródeł odnawialnych w transporcie.

**5.1. Końcowe zużycie energii elektrycznej brutto ze źródeł odnawialnych** – jest sumą zużycia:

- znormalizowanej energii elektrycznej brutto pochodzącej z elektrowni wodnych (wyłączając energię elektryczną z elektrowni szczytowo-pompowych tj. energię elektryczną z wody, która uprzednio została wpompowana na wyższy poziom) oraz energii elektrycznej brutto wyprodukowanej w elektrowniach wodnych mieszanych (wyłączając z niej energię elektryczną pozyskaną z członu szczytowo-pompowego, tj. uzyskaną w wyniku spadku wody uprzednio wpompowanej na wyższy poziom),
- znormalizowanej energii elektrycznej brutto pochodzącej z elektrowni wiatrowych,
- energii elektrycznej brutto wyprodukowanej z tzw. czystych (niezmieszanych) biopłynów spełniających kryteria zrównoważonego rozwoju,
- energii elektrycznej brutto wyprodukowanej z biopłynów zmieszanych z innymi paliwami, których część odnawialna spełnia kryteria zrównoważonego rozwoju i tylko energia elektryczna z tej części biopłynów jest uwzględniana,
- energii elektrycznej brutto wyprodukowanej z biogazu,
- energii elektrycznej brutto wyprodukowanej z biogazu zmieszanego z sieciowym gazem ziemnym i tylko energia elektryczna z części dot. biogazu jest uwzględniana,
- energii elektrycznej brutto wyprodukowanej z energii geotermalnej, słonecznej (fotowoltaika, kolektory słoneczne), pływów morskich i ruchu fal, odnawialnych odpadów komunalnych, biopaliw stałych (biomasy),

Uwaga: W elektrowniach wielopaliwowych wykorzystujących nośniki energii odnawialnej oraz konwencjonalnej, uwzględniana jest tylko ta część energii elektrycznej, która została wytworzona z nośników energii odnawialnej

**5.2. Końcowe zużycie energii elektrycznej brutto ze wszystkich źródeł** – jest sumą zużycia:

- wyprodukowanej energii elektrycznej brutto ze wszystkich źródeł (*rzeczywistej produkcji, a nie wyliczonej jako znormalizowana dla wody i wiatru*), wyłączając energię elektryczną z elektrowni szczytowo-pompowych (tj. energię elektryczną z wody, która uprzednio została wpompowana na wyższy poziom),

- energii elektrycznej z importu (**plus**),
- energii elektrycznej z eksportu (**minus**).

**5.3. Końcowe zużycie energii brutto ze źródeł odnawialnych w ciepłownictwie i chłodnictwie – jest sumą:**

- końcowego zużycia energii ze źródeł odnawialnych innej jak energia elektryczna, ciepło i energia z biopłynów (w tym przypadku chodzi przede wszystkim o biopaliwa stałe) w sektorach innych jak sektor transportu,
- zużycia biopłynów (spełniających kryteria zrównoważonego rozwoju) w sektorze przemian przez piece hutnicze oraz przez podmioty zaklasyfikowane do sektora przemysłu, budownictwa i tzw. sektorów pozostałych,
- zużycia ciepła pozyskanego z geotermii, kolektorów słonecznych, odnawialnych odpadów komunalnych, biopaliw stałych i biogazów,
- zużycia ciepła pozyskanego z biopłynów (spełniających kryteria zrównoważonego rozwoju),
- udziału energii z biogazów zmieszanych z gazem ziemnym użytej w sektorze przemian przez piece hutnicze, oraz przez podmioty zaklasyfikowane do sektora przemysłu, budownictwa i tzw. sektorów pozostałych,
- udziału energii z biogazów zmieszanych z gazem ziemnym użytej do pozyskiwania ciepła produkowanego z gazu ziemnego,
- zużycia energii odnawialnej pozyskanej z pomp ciepła wyliczonej zgodnie z metodologią określoną na podstawie Decyzji Komisji z dnia 1 marca 2013 r. nr 2013/114/WE ustanawiającej wytyczne dla państw członkowskich dotyczące obliczania energii odnawialnej z pomp ciepła w odniesieniu do różnych technologii.

**5.4. Końcowe zużycie energii brutto w ciepłownictwie i chłodnictwie – jest sumą:**

- końcowego zużycia wszystkich rodzajów energii, innych jak energia elektryczna, w sektorach innych jak transport,

- całkowitego pozyskanego i zużytego ciepła w sektorze przemian przez piece hutnicze oraz w sektorach przemysłu, budownictwa i tzw. sektorach pozostałych (handel i usługi, gospodarstwa domowe, rolnictwo i leśnictwo, ...),
- zużycia energii odnawialnej pozyskanej z pomp ciepła wyliczonej zgodnie z metodologią określoną na podstawie Decyzji Komisji z dnia 1 marca 2013 r. ustanawiającej wytyczne państw członkowskich dotyczące obliczania energii odnawialnej z pomp ciepła w odniesieniu do różnych technologii.

#### **5.5. Końcowe zużycie energii ze źródeł odnawialnych w transporcie – jest sumą:**

- zużycia biopaliw (ciekłych i gazowych) spełniających kryteria zrównoważonego rozwoju we wszystkich rodzajach transportu z uwzględnieniem współczynnika mnożenia przez 2 w przypadku wkładu biopaliw wytworzonych z produktów „odpadowych” określonych w Artykule 21 ust. 2 Dyrektywy 2009/28/WE,
- zużycia odnawialnej energii elektrycznej w transporcie, przy zastosowaniu krajowego lub unijnego wskaźnika określającego całkowite zużycie energii elektrycznej w transporcie (przy uwzględnieniu jaką część tej energii stanowi energia odnawialna), po pomnożeniu przez 2,5 wartości tej elektrycznej energii odnawialnej, która **została zużyta w transporcie drogowym** (zgodnie z art. 3 ust. 4 punkt c) Dyrektywy 2009/28/WE),
- zużycia wodoru pochodzącego ze źródeł odnawialnych we wszystkich rodzajach transportu,
- zużycia paliw syntetycznych pochodzących ze źródeł odnawialnych we wszystkich rodzajach transportu,
- zużycia pozostałych rodzajów energii ze źródeł odnawialnych jeśli zostały zużyte w sektorze transportu np. w postaci energii geotermalnej, kolektorów słonecznych, odnawialnych odpadów komunalnych, biopaliw stałych.

#### **5.6. Końcowe (całkowite) zużycie energii w transporcie – jest sumą:**

- zużycia benzyn we wszystkich rodzajach transportu (benzyny silnikowe i benzyny lotnicze). Benzyn lotniczych nie należy utożsamiać z paliwami do samolotów odrzutowych (tj. benzynami/naftami, które są stosowane w samolotach odrzutowych).

- zużycia oleju napędowego (diesla) we wszystkich rodzajach transportu (odnawialnego i nieodnawialnego),
- zużycia biopaliw (spełniających kryteria zrównoważonego rozwoju) w transporcie drogowym i kolejowym z **uwzględnieniem współczynnika mnożenia przez 2** w przypadku wkładu biopaliw wytworzonych z produktów „odpadowych” określonych w art. 21 ust. 2 Dyrektywy 2009/28/WE,
- zużycia energii elektrycznej we wszystkich rodzajach transportu z **uwzględnieniem współczynnika mnożenia przez 2,5** w przypadku zdefiniowanym w art. 3 ust. 4 punkt c) Dyrektywy 2009/28/WE.

Zgodnie z Artykułem 3 ust. 4 punkt a) Dyrektywy 2009/28/WE mianownik oblicza się tylko na podstawie zużycia: benzyny, oleju napędowego i biopaliw w transporcie drogowym i kolejowym oraz energii elektrycznej. Nie wlicza się do mianownika zużycia LPG, ropy lotniczej oraz paliw wykorzystanych do żeglugi śródlądowej.

Dodatkowo dyrektywa określa, że dla celów dyrektywy do energii odnawialnej z pomp ciepła zalicza się tylko energię uzyskaną z pomp ciepła, dla których  $SPF > 1,15 \times \frac{1}{\eta}$ .

**Minimalne i maksymalne wartości opałowe wybranych paliw odnawialnych spalanych w instalacjach energetycznych**

<b>Lp.</b>	<b>Nazwa nośnika energii</b>	<b>Jednostka wartości opałowej</b>	<b>Minimalna wartość opałowa</b>	<b>Maksymalna wartość opałowa</b>
1.	Biopaliwa stałe - biomasa leśna	kJ/kg	5000	22000
2.	Biopaliwa stałe - uprawy energetyczne	kJ/kg	8000	22000
3.	Biopaliwa stałe - odpady z rolnictwa	kJ/kg	7000	19000
4.	Biopaliwa stałe - frakcje organiczne stałych odpadów komunalnych	kJ/kg	2000	16000
5.	Biopaliwa stałe - pozostałe paliwa stałe z biomasy	kJ/kg	5000	25000
6.	Biopaliwa ciekłe do celów energetycznych (biopłyny)	kJ/kg	13000	44000
7.	Biogaz z wysypisk odpadów	kJ/m <sup>3</sup>	12000	19000
8.	Biogaz z oczyszczalni ścieków	kJ/m <sup>3</sup>	16000	30000
9.	Biogaz rolniczy	kJ/m <sup>3</sup>	19000	23000
10.	Biogaz pozostały	kJ/m <sup>3</sup>	7000	22000

**Typowe wartości opałowe paliw dla transportu**

(wartości zalecane w Załączniku III dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych).

Paliwo	Wartość opałowa:	
	w odniesieniu do masy [MJ/kg]	w odniesieniu do objętości [MJ/l]
Bioetanol	27	21
Bio-ETBE (eter etylo-tetr-butylowy produkowany na bazie bioetanolu)	36 (w tym 37% energia odnawialna)	27 (w tym 37% energia odnawialna)
Biometanol	20	16
Bio-MTBE (eter metylo-tert-butylowy produkowany na bazie biometanolu)	35 (w tym 22% energia odnawialna)	26 (w tym 22% energia odnawialna)
Bio-DME (eter dimetylowy produkowany z biomasy)	28	19
Bio-TAEE (eter etylo-tert-amylowy produkowany na bazie bioetanolu)	38 (w tym 29% energia odnawialna)	29 (w tym 29% energia odnawialna)
Biobutanol (butanol produkowany z biomasy)	33	27
Biodiesel (eter metylowy produkowany z oleju roślinnego lub zwierzęcego, jakości oleju napędowego)	37	33
Olej napędowy wytwarzany metodą Fischer-Tropsch (syntetyczny węglowodór lub mieszanka syntetycznych węglowodorów produkowanych z biomasy)	44	34
Hydrorafinowany olej roślinny (olej roślinny poddany termochemicznej obróbce wodorem)	44	34
Czysty olej roślinny (olej produkowany z roślin oleistych poprzez tłoczenie, wyciskanie lub z zastosowaniem innych podobnych metod, surowy lub rafinowany, lecz chemicznie niemodyfikowany)	37	34
Biogaz	50	-
Benzyna	43	32
Olej napędowy	43	36



**Przeliczniki wagowo-objętościowe wybranych paliw**

<b>Paliwo</b>	<b>Przelicznik</b>
Drewno opałowe:	
- lipa, olcha, sosna, świerk, topola, jodła	1 m <sup>3</sup> = 0,5 tony
- kasztanowiec	1 m <sup>3</sup> = 0,6 tony
- brzoza, klon jabłoń, wiąz, modrzew	1 m <sup>3</sup> = 0,7 tony
- dąb, buk, jesion, orzech, grusza, akacja, grab	1 m <sup>3</sup> = 0,8 tony
- inne rodzaje drewna	1 m <sup>3</sup> = 0,6 tony
Olej opałowy lekki	1 tona = 1 200 litrów
Olej opałowy ciężki niskosiarkowy	1 tona = 1 081 litrów
Olej opałowy ciężki wysokosiarkowy	1 tona = 1 036 litrów
Olej napędowy do silników samochodowych (paliwo dieslowskie)	1 tona = 1 200 litrów
Pozostałe oleje napędowe	1 tona = 1 160 litrów
Benzyny silnikowe	1 tona = 1337 litrów
Benzyny lotnicze	1 tona = 1380 litrów
Paliwo do silników odrzutowych typu ciężkiej benzyny	1 tona = 1448 litrów
Paliwo do silników odrzutowych turbinowych typu naftowego	1 tona = 1250 litrów
Gaz skroplony (LPG) ( 70% propanu i 30% butanu)	1 tona = 1915 litrów
Butan skroplony	1 tona = 1746 litrów
Propan skroplony	1 tona = 1970 litrów
Etan	1 tona = 2730 litrów