



Atlas procesów w układach przetwarzania energii

- Wprowadzenie
- Procesy w układach przetwarzania energii
- Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii
- Interaktywne materiały sprawdzające
- Słownik pojęć dla e-materiału
- Przewodnik dla nauczyciela
- Przewodnik dla uczącego się
- Netografia i bibliografia
- Instrukcja użytkowania

E-materiały do kształcenia zawodowego

Atlas procesów w układach przetwarzania energii

ELE.07 Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek wytwórczych w systemach energetycznych – Technik energetyk 311307

Konsultant merytoryczny: Piotr Tokarz

E-materiał przygotowany zgodnie ze stanem prawnym obowiązującym na dzień 17.05.2023 r.

Spis treści



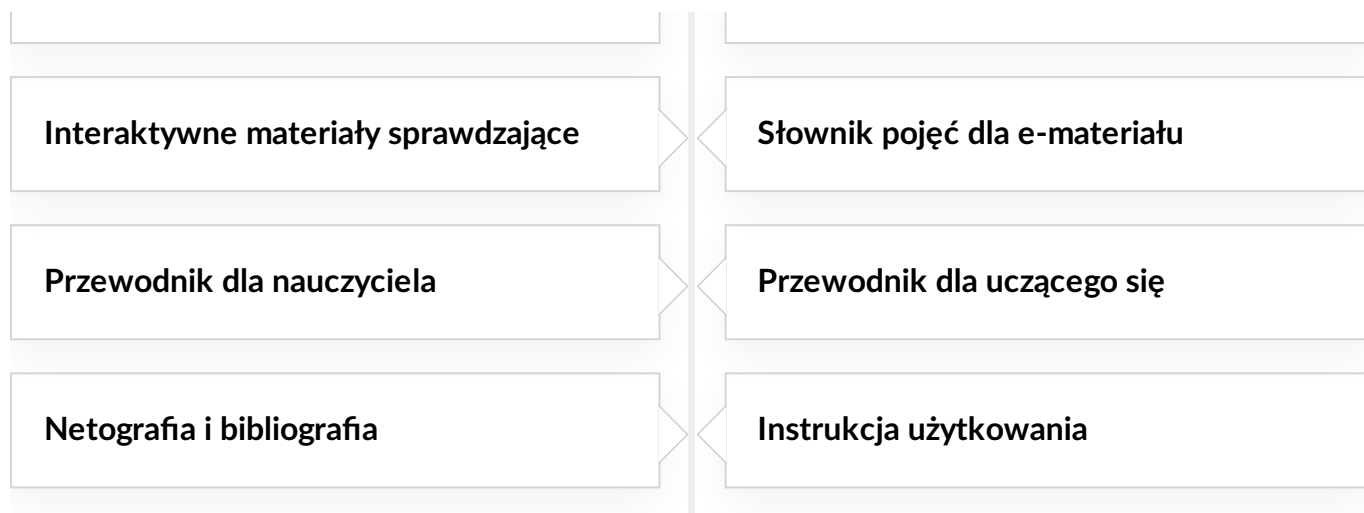
Procesy w układach przetwarzania energii

Atlas interaktywny



Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii

Wizualizacja 3D



Atlas procesów w układach przetwarzania energii

ELE.07 Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek wytwórczych w systemach energetycznych – Technik energetyk 311307

Procesy w układach przetwarzania energii

ATLAS INTERAKTYWNY

Spis treści

1. Ogólny podział elektrowni cieplnych – wstęp
2. Podział elektrowni parowo-gazowej
3. Proces elektrowni parowej kondensacyjnej
4. Elektrociepłownictwo alternatywne, wykorzystujące pompownie ciepła sprężarkowe i sorpcyjne
5. Proces elektrociepłowni gazowej z kotłem odzysknicowym wodnym, częścią parową zasilającą parową sieć energetyczną
6. Proces elektrociepłowni z turbiną parową i kotłem opalany paliwem stałym
7. Proces zasilania lokalnej sieci przemysłowej parą technologiczną
8. Proces kogeneracyjny z wykorzystaniem silnika tłokowego opalanego paliwem ciekłym i gazowym
9. Proces trójgeneracyjny z instalacją wody lodowej
10. Proces zasilania miejskiej sieci ciepłowniczej z jednym węzłem grupowym i dwoma węzłami – jedno- i dwufunkcyjnym oraz z jedną przepompownią
11. Proces ciepłowni lub szczytowej części elektrociepłowni
12. Dźwięki maszyn, odgłosy procesów technologicznych

1. Ogólny podział elektrowni cieplnych – wstęp

Ogólny podział elektrowni cieplnych

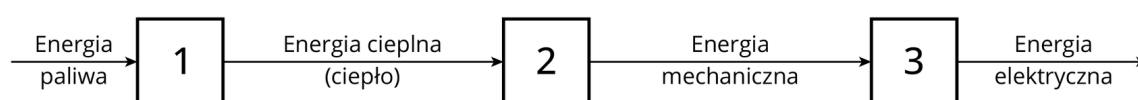
Elektrownią cieplną nazywa się każdy zakład, który wytwarza (produkuje) energię elektryczną na potrzeby i skalę przemysłową. Produkcja ta odbywa się dzięki wykorzystaniu energii zawartej w paliwach konwencjonalnych (tzw. organicznych) oraz w jądrach atomów (uranu bądź plutonu). W kotle dwuciśnieniowym odzyskowym

występują dwa poziomy ciśnienia. Turbina parowa wykorzystuje energię cieplną pary wodnej, wytworzonej w kotle do wytworzenia energii mechanicznej, która za pomocą wała jest przenoszona do generatora (prądnicy), produkującego energię elektryczną.

W znacznej części elektrowni **układ przemian energetycznych** (czyli przemiana energii) zachodzi w procesie **trójstopniowym**. Paliwo (konwencjonalne lub jądrowe) podczas spalania daje ciepło, które transportowane jest do silnika cieplnego przetwarzającego energię (z mechanicznej w elektryczną)

Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D9j4p5jeb>

Nagranie



1-kocioł parowy (komora spalania, reaktor); 2-silnik cieplny (turbina parowa lub gazowa); 3-prądnica

Rys.1 - Schemat przemiany energii w elektrowni ciepłej w procesie trójstopniowym.

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Rodzaj silnika cieplnego

Rodzaj oddawanej energii

Status ekonomiczny

Rola i miejsce w systemie energetycznym

Paliwo wykorzystywane w elektrowniach cieplnych

[Powrót do spisu treści](#)

2. Proces elektrowni parowo-gazowej

Spis treści

2. Podział elektrowni parowo-gazowej

Schemat obiegu parowo-gazowego

Węzeł zasilania i redukcji gazu ziemnego

Czerpnie powietrza z filtrami i podgrzewaczami

Turbina gazowa, z wydzielonymi częściami sprężarek i komór spalania

Kocioł odzysknicowy, z wydzielonymi częściami parownika i

przegrzewacza oraz podgrzewacza wody

Turbina parowa

Ogólny podział turbin parowych
Kondensator (skraplacz)
Generator energii elektrycznej
Transformator blokowy
Transformator potrzeb własnych
Rozdzielnia energii elektrycznej
Wyprowadzenie mocy na linię wysokiego napięcia z wyłącznikiem blokowym
Elektrociepłownia

2. Podział elektrowni parowo-gazowej

Elektrownie parowo-gazowe, czyli tzw. układy kombinowane CCPP (*Combined Cycle Power Plant*), pracują w oparciu o układ będący połączeniem obiegu otwartego turbiny gazowej oraz zamkniętego obiegu parowego. Spaliny, powstające przy spalaniu gazu, stosowane są do wytworzenia pary w kotle odzyskowym. Turbina parowa wykorzystuje energię cieplną pary wodnej, wytworzonej w kotle odzyskowym, do wytworzenia energii mechanicznej, która za pomocą wała jest przenoszona do generatora (prądnicy) produkującego energię elektryczną.

Fuzja układów gazowych oraz układów parowych jest wynikiem analizy wad i zalet obu tych systemów. Wzorowa praca turbiny gazowej przy wysokich temperaturach oraz sposób funkcjonowania układu parowego, który pracuje zawsze w stałej, dość niskiej temperaturze, czyni z elektrowni parowo-gazowej nisko awaryjną i wydajną (sprawność sięgająca 60% netto) jednostkę do produkcji energii.

Ponadto tego typu elektrownia charakteryzuje się szybkim czasem rozruchu (krótki okres budowy), przy niewielkich nakładach inwestycyjnych. Jej funkcjonowanie nie wpływa także negatywnie na środowisko naturalne. Jedynym uniedogodnieniem mogą okazać się wysokie koszty paliwa (ciekłego i gazowego), które w warunkach krajowych pochodzą w znacznej części z importu.

Elektrownie gazowo-parowe konstruowane są w różnych wariantach struktur układów gazowo-parowych, które różnią się od siebie m.in.:

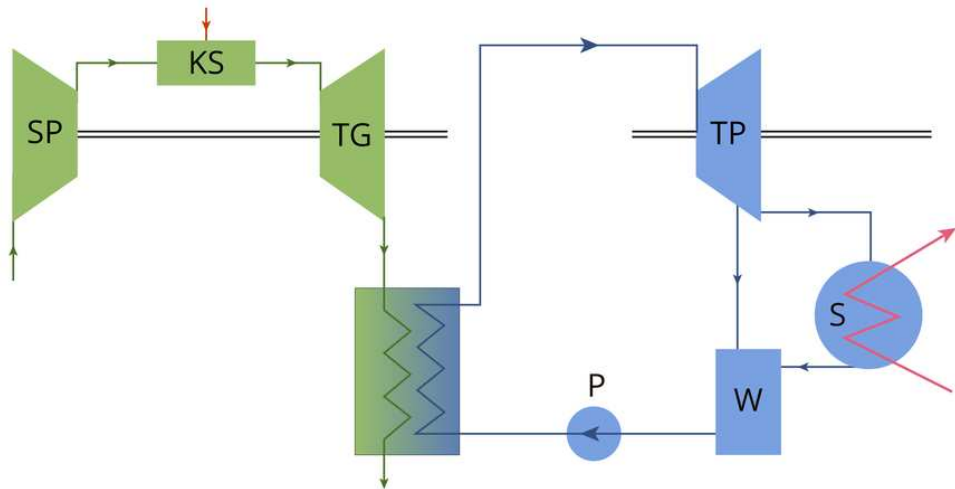
- **obiegiem pary** – wyróżnia się elektrownie, które posiadają układy: z jednociśnieniowym kotłem odzyskowym, z dwuciśnieniowym kotłem odzyskowym, z trójciśnieniowym kotłem odzyskowym, z przegrzewem międzystopniowym, bez przegrzewu międzystopniowego;

- **budowę kotła odzyskowego**
 - wyróżnia się elektrownie, które posiadają kotły: poziome, pionowe, z wymuszoną cyrkulacją, z naturalną cyrkulacją, bez dopalania oraz z dopalaniem;
- **metodą chłodzenia części parowej**
 - wyróżnia się elektrownie, które posiadają: obieg otwarty (woda wykorzystywana do chłodzenia pochodzi z rzek, jezior, mórz), obieg zamknięty oraz są chłodzone powietrzem;
- **rodzajem napędu generatora** – wyróżnia się elektrownie, które posiadają układy: jednowałowe (jeden generator dla turbiny gazowej i parowej), wielowałowe (odrębne generatory dla układu gazowego oraz parowego).

Schemat obiegu parowo-gazowego

Część gazowa: (SP) – sprężarka powietrza; (KS) – komora spalania; (TG) – turbina; (WP) – wymiennik pary (kocioł utylizacyjny)

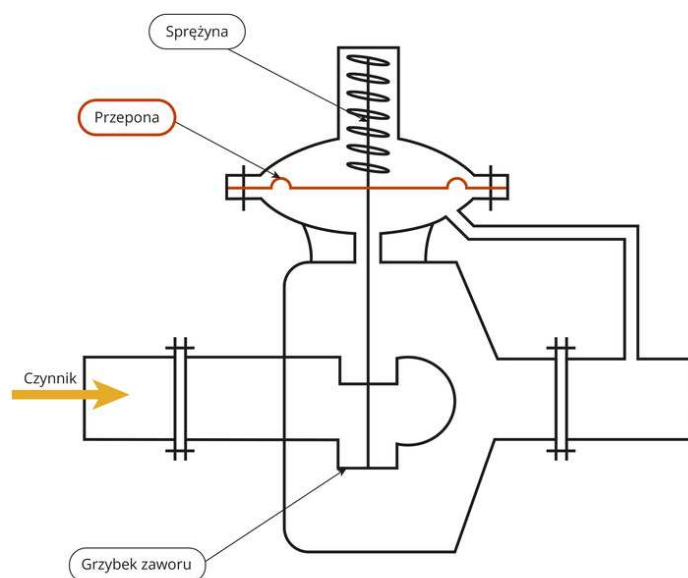
Część parowa: (P) – pompa obiegowa; (TP) – turbina parowa; (S) – skraplacz; (W) – skrzynia cieplna



Rys.2 - Schemat obiegu parowo-gazowego

Węzeł zasilania i redukcji gazu ziemnego

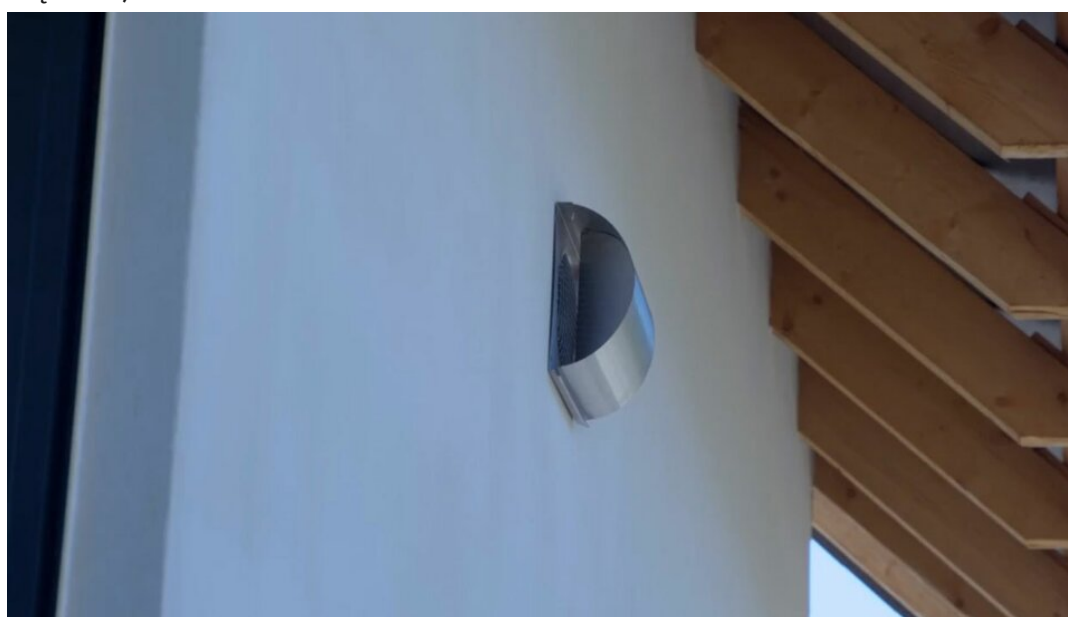
Węzeł zasilania i redukcji gazu ziemnego, nazywany także reduktorem, ma za zadanie dostosować strumień przepływu gazu (paliwa) do efektywnego spalania w piecu.



Rys.3 - Węzeł zasilania i redukcji gazu ziemnego

Czerpnie powietrza z filtrami i podgrzewaczami

Czerpnie powietrza z filtrami i podgrzewaczami, przeznaczone są do pobierania świeżego powietrza atmosferycznego i dostarczania go do kanałów wentylacyjnych m.in. hut, obiektów przemysłowych oraz przede wszystkim elektrowni czy elektrociepłowni. Dzięki filtrom powietrza czerpnie uniemożliwiają przedostanie się odpadów atmosferycznych (zanieczyszczeń) do wnętrza instalacji. Wyróżnia się czerpnie **stałe** oraz obecnie bardziej powszechne – **regulowane** (otwierane i zamykane ręcznie).

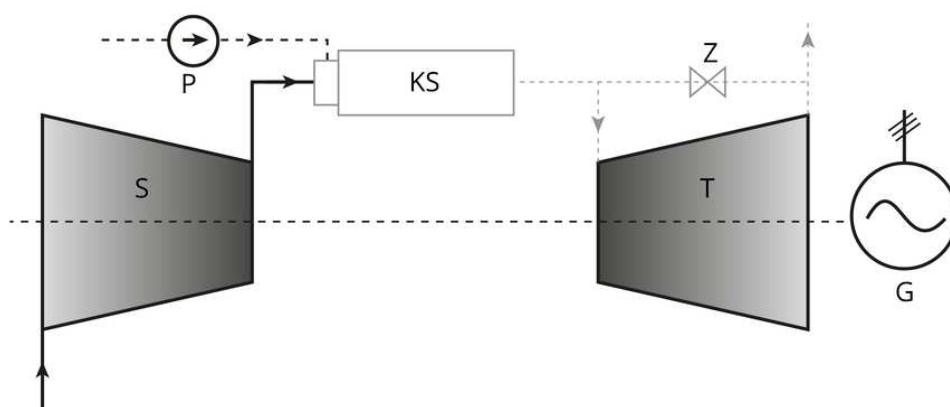


Rys.4 - Czerpnia powietrza z filtrami i podgrzewaczami, przeznaczona do pobierania świeżego powietrza atmosferycznego.

Turbina gazowa, z wydzielonymi częściami sprężarek i komór spalania

Turbina gazowa, z wydzielonymi częściami sprężarek i komór spalania, to silnik cieplny. W jego wnętrzu, a konkretniej – w maszynach wirnikowych – mają miejsce procesy sprężania i rozprężania. Sprężarka osiowa (S), połączona z turbiną (T) i generatorem (G), zasysa chłodne powietrze (najczęściej atmosferyczne). Następnie zostaje ono sprężone (do ok. 1,5-3,5 MPa) i przetransportowane do komory spalania (KS), gdzie łączy się z paliwem i spala w stałym, wysokim ciśnieniu. Powstałe gorące spaliny (ponad 1200°C) przenoszone są do turbiny (T), która rozpręża je do ciśnienia zbliżonego do atmosferycznego, a następnie wyprowadza na zewnątrz (do atmosfery), zamykając obieg urządzenia. Energia włożona w sprężanie powietrza w sprężarce (S) jest mniejsza niż energia wytworzona w turbinie (T), co pozwala wygenerować energię elektryczną.

Warto pamiętać, że nazwa turbina jest określeniem jednego z elementów układu, jak i globalnej jego nazwy – **turbina gazowa**. Przedstawiony schemat dotyczy funkcjonowania **turbiny gazowej w układzie prostym**, gdyż jest on obecnie najczęściej stosowanym rozwiązaniem. Ponadto ze względu na obieg ciepła w **turbinie gazowej** wyróżnia się: układy złożone (posiadają m.in. wiele komór spalania), które dodatkowo mogą być otwarte, zamknięte, półzamknięte, jedno- i wielowalowe; posiadające przepływ prosty, krzyżowy, szeregowy lub równoległy.



Schemat turbiny gazowej w układzie prostym, opis:
(S)-sprężarka, (T)-turbina, (G)-generator, (KS)-komora spalania, (P)-pompa paliwa, (Z)-zawór obojętny

Rys.5 - Schemat turbiny gazowej z wydzielonymi częściami sprężarek i komór spalania.

Kocioł odzysknicowy, z wydzielonymi częściami parownika i przegrzewacza oraz podgrzewacza wody

Kocioł odzysknicowy, z wydzielonymi częściami parownika i

przegrzewacza oraz podgrzewacza wody, nazywany także kotłem

odzyskowym, to wymiennik ciepła, odzyskujący ciepło z czynnika o wysokiej temperaturze. Kocioł będący wytwornicą pary stosuje się m.in. w układach gazowo-parowych; łączy on obieg termodynamiczny turbiny gazowej oraz turbiny parowej, służąc do produkcji pary z energii cieplnej pochodzącej z rozgrzanych spalin, które uciekają z turbiny gazowej.

Najważniejszymi elementami kotła są: podgrzewacz wody, podgrzewacz pary, parownik z walczakiem, służący do wytwarzania pary, wymienniki ciepła, które odzyskują ciepło pochodzące ze spalin, oraz wiele urządzeń pomocniczych, takich jak np. pompy pomocnicze.

Ogólny schemat kotła odzysknicowego

Rys.6 - Ogólny schemat kotła odzysknicowego.

Ogólny schemat kotła odzysknicowego

Szczegółowy schemat kotła odzysknicowego

Rys.7 - Szczegółowy schemat kotła odzysknicowego.

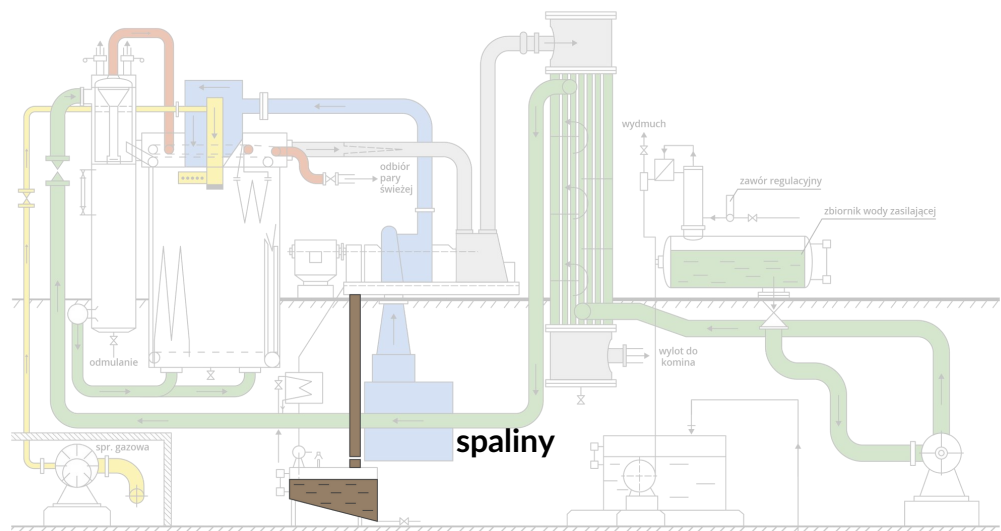
Szczegółowy schemat kotła odzysknicowego

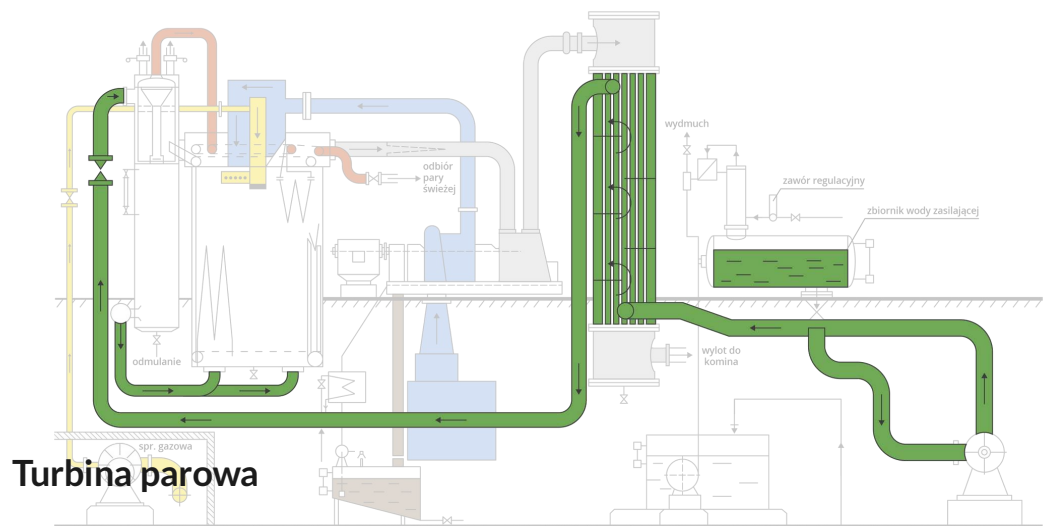
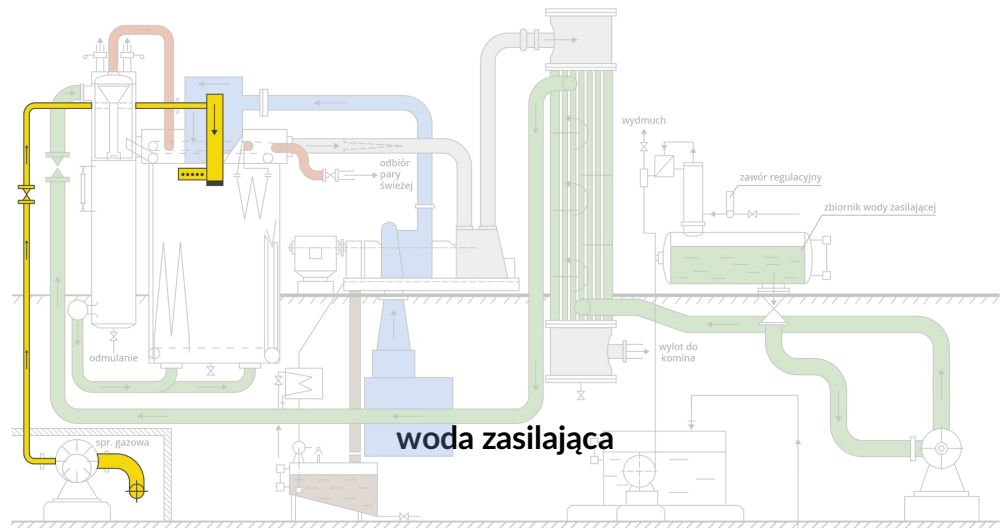
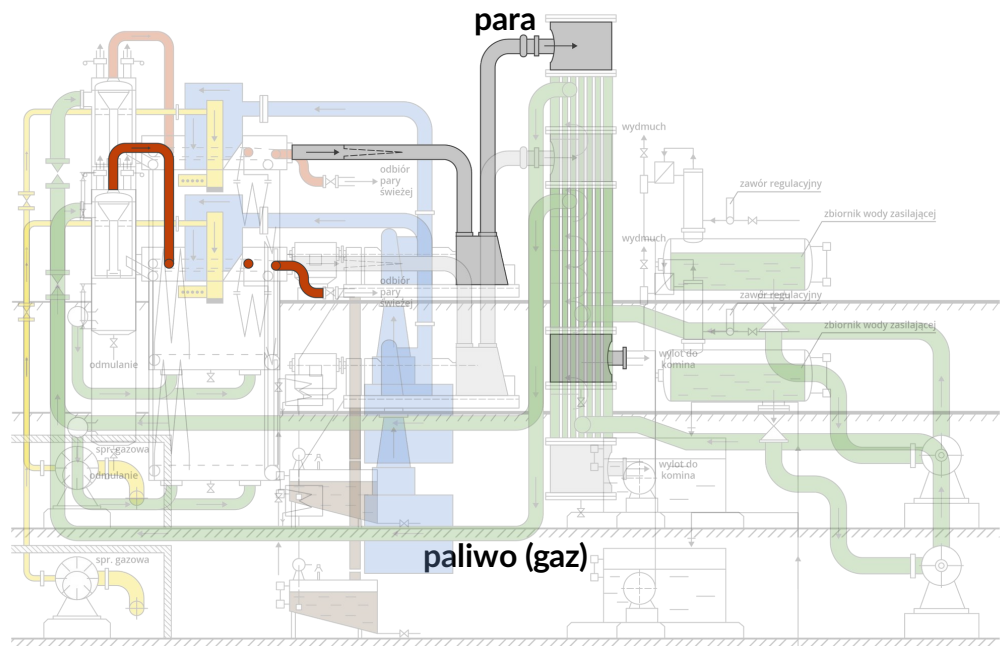
Uproszczony schemat działania kotła na przykładzie kotła 4-ciągowego

Rys.8 - Uproszczony schemat działania kotła odzysknicowego na przykładzie kotła 4-ciągowego.

Uproszczony schemat działania kotła na przykładzie kotła 4-ciągowego

olej

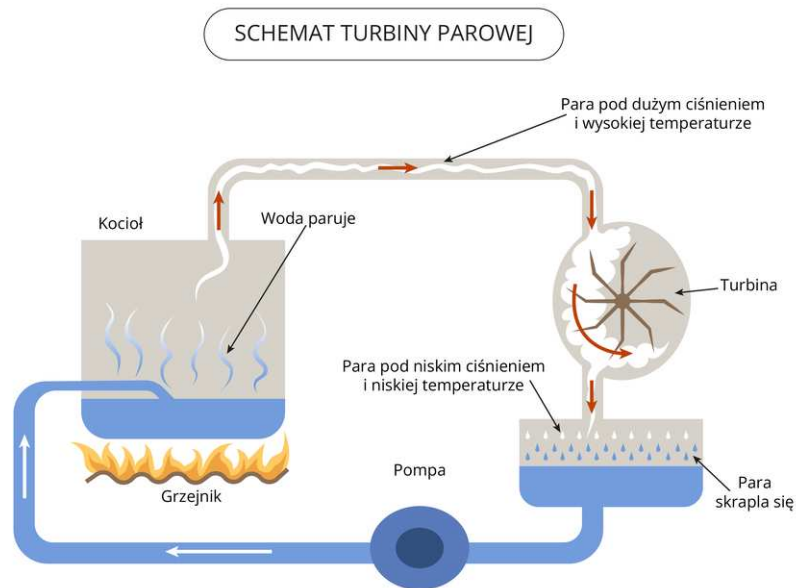




Turbina parowa

Turbina parowa to silnik przepływowy, który przetwarza ciepło zawarte w parze wodnej w energię mechaniczną. Para wodna produkowana jest zazwyczaj w kotle parowym czy wytwornicy pary. Do przetworzenia dochodzi dzięki rozprężeniu pary wodnej w przyrządach rozprężniczych turbiny, co pozwala ciepłu zgromadzonemu w parze przekształcić się w energię kinetyczną. Strumień pary, który uzyskuje wielką prędkość, uderza

w łopatkach wirnika turbiny, przekazując im część posiadanej energii kinetycznej, po czym ulega skropleniu i trafia do kotła, gdzie po podgrzaniu zamienia się w parę wodną. Uzyskana energia mechaniczna odprowadzana jest za pomocą wału do maszyny docelowej, która np. może produkować prąd. Warto pamiętać, że turbina parowa część przekształcanej energii cieplnej zawsze oddaje do otoczenia. Z tego procesu, wynikającego bezpośrednio z drugiej zasady termodynamiki, korzystają **elektrociepłownie**.



Rys.9 - Schemat pracy turbiny parowej.

Ogólny podział turbin parowych

Rodzaje turbin parowych rozróżnia się ze względu na kilka kluczowych czynników, przede wszystkim:

1. ze względu na zasadę działania występują turbiny:
 - akcyjne: ze stopniowaniem ciśnienia oraz stopniowaniem prędkości;
 - reakcyjne.
2. ze względu na kierunek, w jakim przepływa para, występują turbiny:
 - osiowe;
 - promieniowe.
3. ze względu na tzw. stan czynnika termodynamicznego występują turbiny:

- na parę przegrzaną: z ciśnieniem podkrytycznym oraz ciśnieniem nadkrytycznym;
- na parę nasyconą.

4. ze względu na specyfikę konstrukcyjną występują turbiny:

- komorowe;
- bębnowe;
- komorowo-bębnowe.

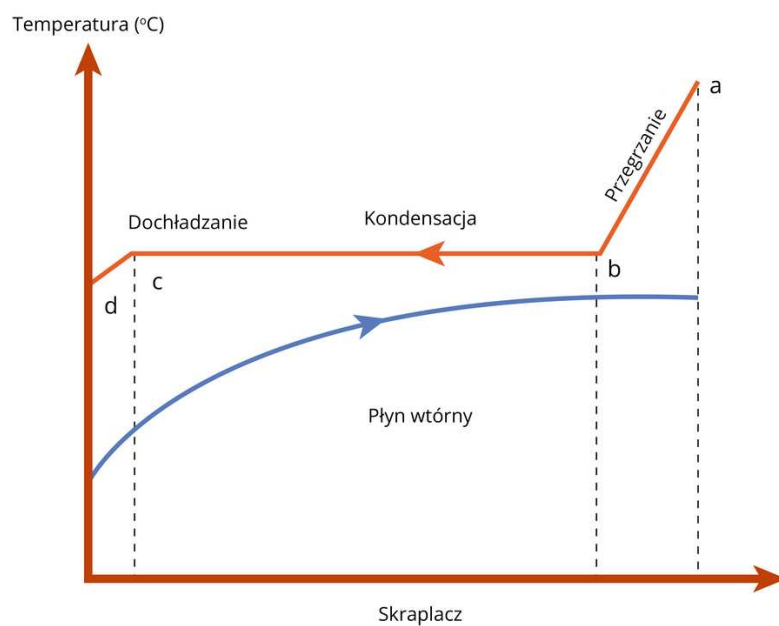
5. ze względu na realizowany schemat obiegu cieplnego występują turbiny:

- kondensacyjne;
- przeciwprężne;
- upustowo-kondensacyjne;
- upustowo-przeciwprężne;
- kondensacyjno-ciepłownicze;
- upustowo-ciepłownicze.

Opisując specyfikację turbin parowych, zwraca się również uwagę na liczbę ich kadłubów (zwanych także korpusami), wylotów pary oraz wałów.

Kondensator (skraplacz)

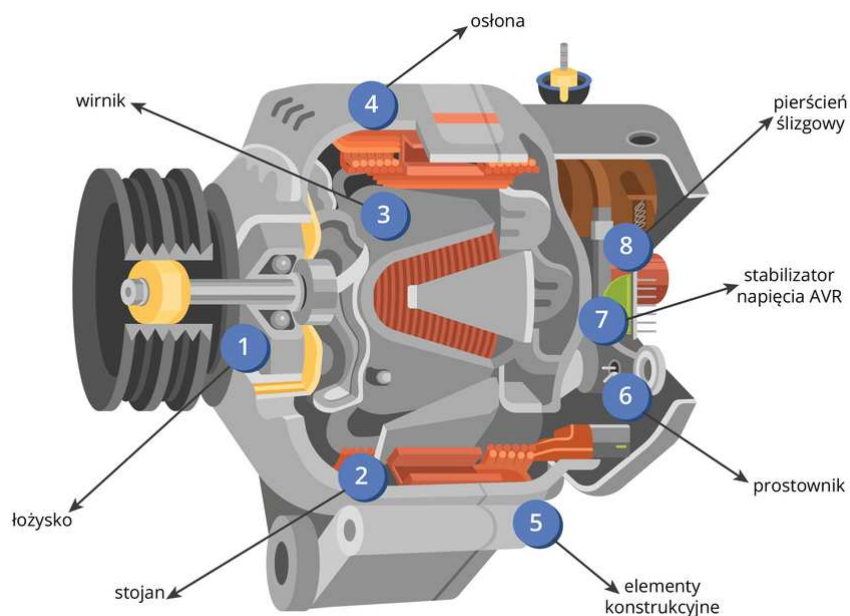
Kondensator (skraplacz) to urządzenie, które zamienia gazy w ciecze, czyli doprowadza je do skroplenia. Jest więc skutecznym wymiennikiem ciepła. Skraplacze są istotną częścią każdej dużej instalacji technologicznej, w tym m.in. elektrowni kondensacyjnych czy elektrowni gazowych. Wykorzystywane są m.in. do skraplania gazów przemysłowych (np. azotu), występują również w wielu urządzeniach chłodzących, takich jak chłodziarki czy klimatyzatory.



Rys.10 - Schemat pracy kondensatora.

Generator energii elektrycznej

Generator energii elektrycznej to urządzenie, które służy do wytwarzania energii elektrycznej z innych rodzajów energii, w tym z energii mechanicznej; zazwyczaj generatory wytwarzają prąd dzięki indukcji elektromagnetycznej.



Kluczową częścią generatora jest **stojan**. To tutaj generowane jest stacjonarne pole magnetyczne, w którym poruszają się wirniki, wytwarzając prąd elektryczny.

Rys.11 - Generator energii elektrycznej.

Transformator blokowy

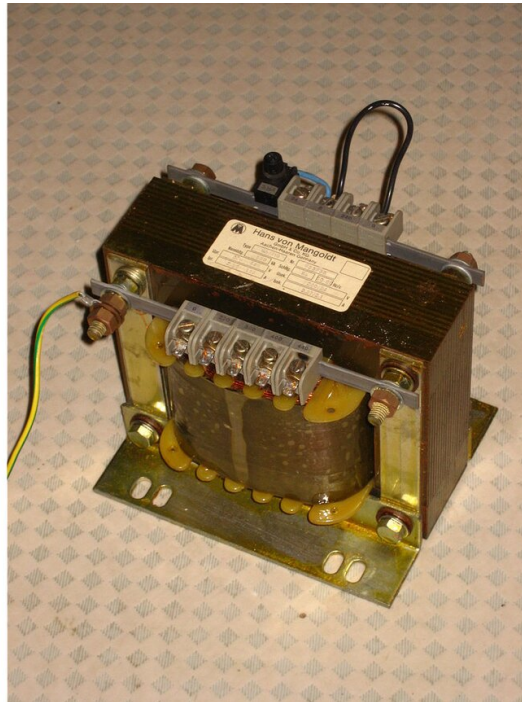
Transformator blokowy (jeden z rodzajów transformatora energetycznego obok autotransformatora wysokich napięć oraz transformatora sieciowego mocy) to kluczowe ogniwo służące do przesyłu energii elektrycznej bezpośrednio z elektrowni do sieci elektroenergetycznych. Ze względu na swoje nieustanne działanie na maksymalnym obciążeniu urządzenie to cechuje się solidnym wykonaniem z komponentów najwyższej jakości. Transformator blokowy zwiększa poziom napięcia, które znajduje się przy wyjściu generatora do wartości odpowiedniej do globalnego przesyłu prądu. Wyróżnia się transformatory blokowe jednofazowe lub trójfazowe, rdzeniowe lub płaszczone.



źródło: Smial (user), pl.wikipedia.org; licencja: CC BY-SA 2.0 de
Rys.12 - Transformator blokowy.

Transformator potrzeb własnych

Transformator potrzeb własnych to rodzaj transformatora, czyli urządzenia elektrycznego służącego do przenoszenia energii elektrycznej prądu przemiennego drogą indukcji z jednego obwodu elektrycznego do drugiego, z zachowaniem pierwotnej częstotliwości. Transformator własny jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania każdej elektrowni cieplnej i służy do zasilania odbiorników w każdej z nich. Liczba wykorzystanych transformatorów własnych zależy od realnej mocy danej elektrowni.



źródło: ZngZng (user), de.wikipedia.org; licencja: CC BY-SA 3.0

Rys.13 - Transformator potrzeb własnych

Rozdzielnia energii elektrycznej

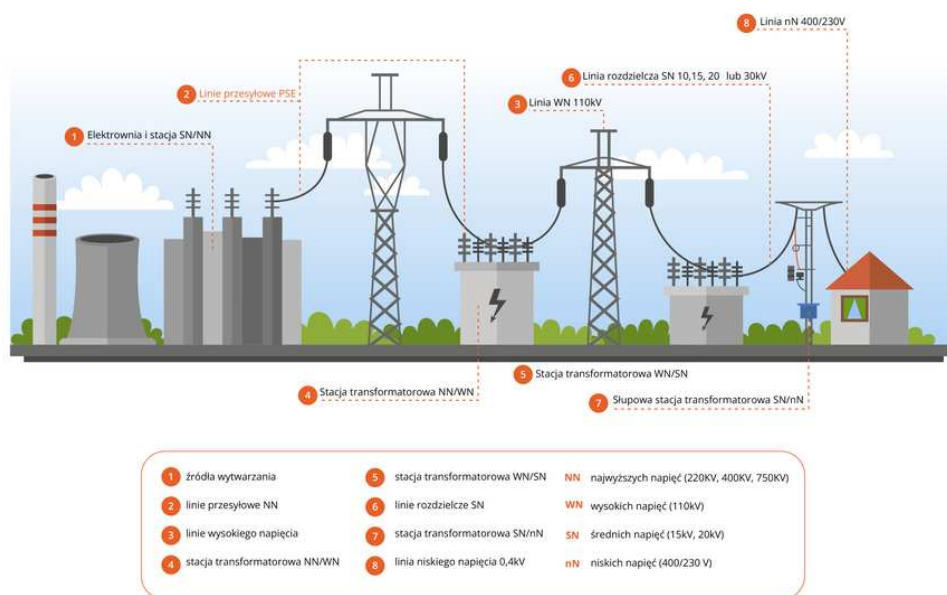
Rozdzielnia energii elektrycznej - rozdzielanie energii elektrycznej potrzeb własnych i ogólnych odbywa się w tzw. rozdzielnicy, czyli części sieci elektrycznej zawierającej podzespoły niezbędne do łączenia lub przerywania instalacji, sterowania nią, ochrony (np. bezpiecznik), dokonywania pomiarów i regulacji.



Rys.14 - Rozdzielnia energii elektrycznej

Wyprowadzenie mocy na linię wysokiego napięcia z wyłącznikiem blokowym

Wyprowadzenie mocy na linię wysokiego napięcia z wyłącznikiem blokowym odbywa się dzięki stworzeniu układu stacji i linii elektroenergetycznych o różnych napięciach; po wytworzeniu energii podwyższa się jej napięcie w celu przesyłania liniami wysokiego napięcia na dalekie odległości, po czym w lokalnych stacjach napięcie jest zmniejszane do 110 kV, a następnie liniami średniego napięcia przesyłane do transformatorów słupowych i liniami niskiego napięcia do gospodarstw domowych.



Rys.15 - Schemat wyprowadzenia mocy na linię wysokiego napięcia z wyłącznikiem blokowym.

Elektrociepłownia

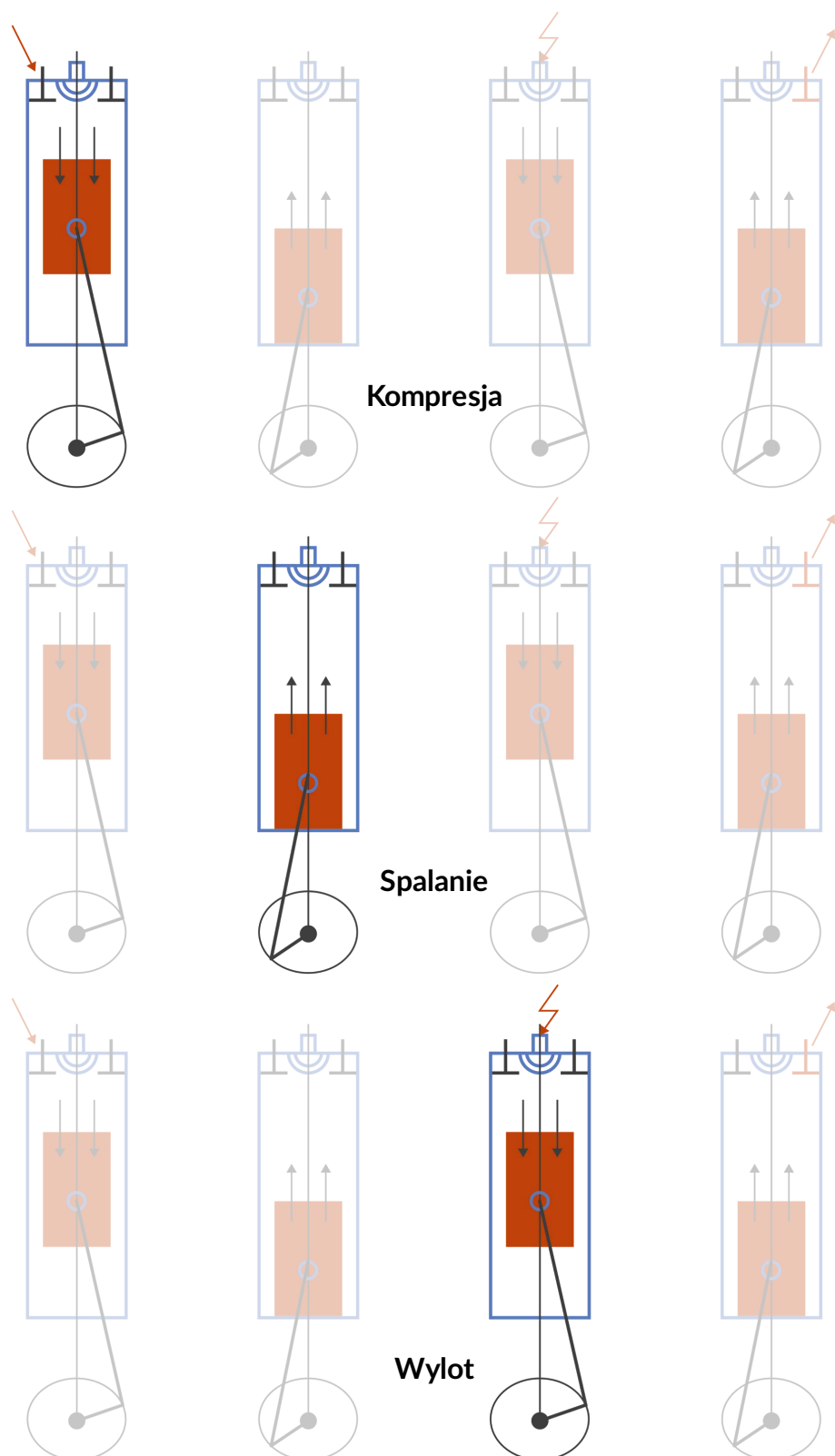
Elektrociepłownia to zakład przemysłowy realizujący proces skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej oraz ciepłej. Oznacza to, że w elektrociepłowni, poza energią elektryczną, wytwarza się również energię ciepłą w trakcie tego samego procesu technologicznego.

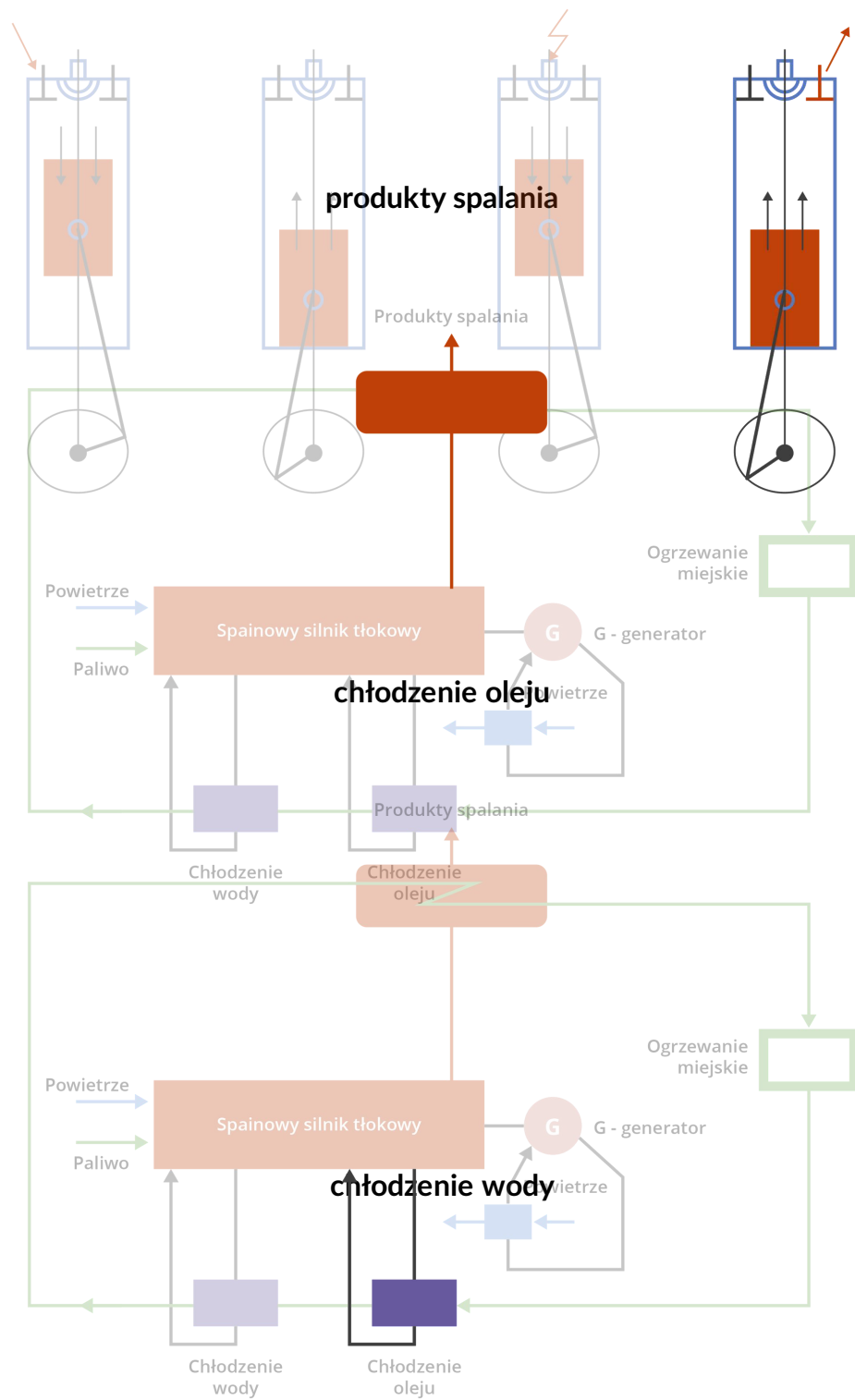
Dzięki kotłom odzyskowym ciepło zostaje użyte do wytworzenia pary wodnej przegrzanej, napędzającej turbinę (stąd bierze się energia). Jednocześnie część parowa zasila sieć energetyczną (stąd powstaje ciepło dostarczane do domów itd.).

Ogólny schemat funkcjonowania elektrociepłowni
Rys.16 - Ogólny schemat funkcjonowania elektrociepłowni.
Ogólny schemat funkcjonowania elektrociepłowni
Technologiczny schemat funkcjonowania elektrociepłowni
Rys. 17 - Technologiczny schemat

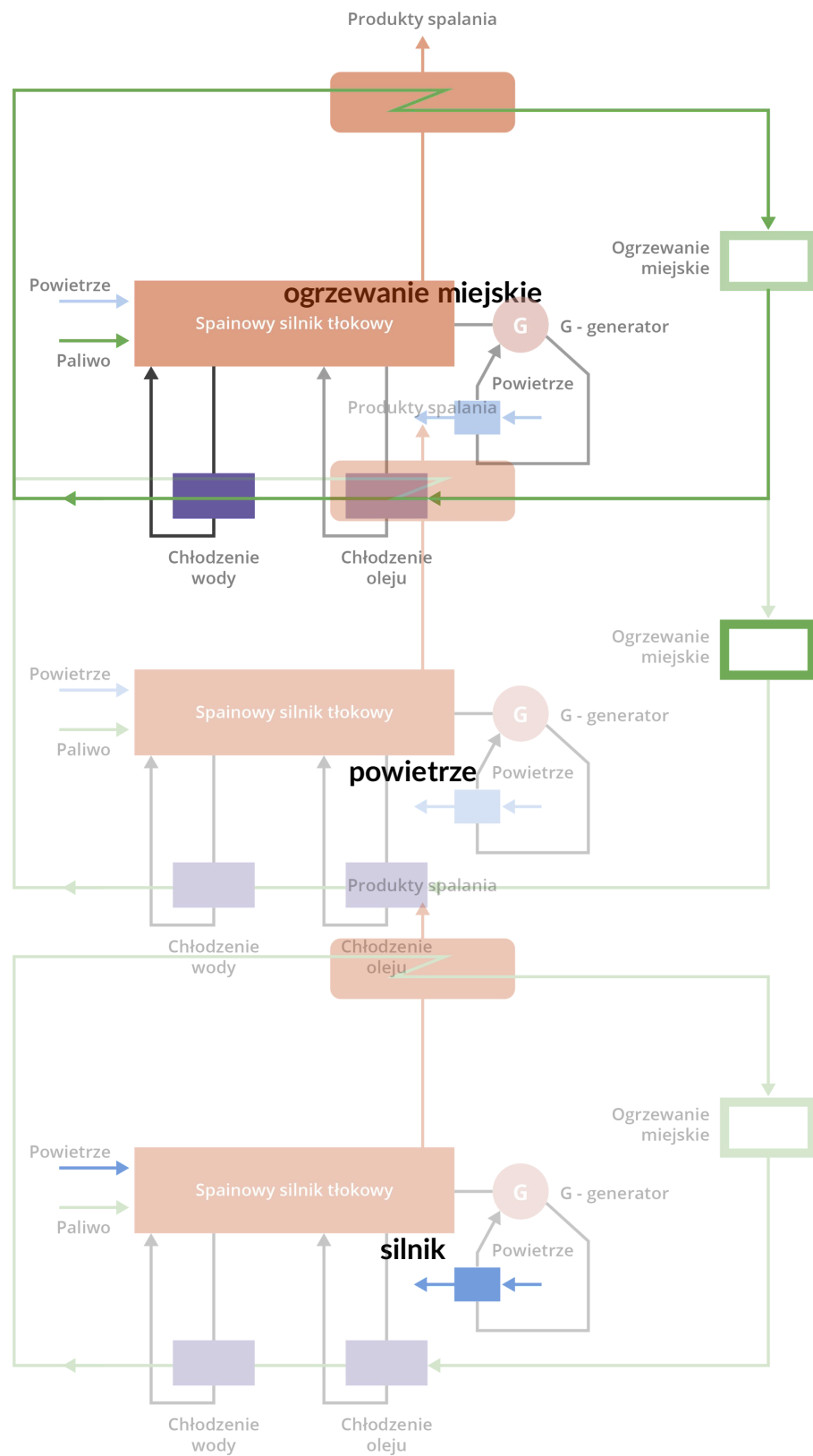
funkcjonowania elektrociepłowni. </p><p>Technologiczny schemat funkcjonowania elektrociepłowni</p>

Wlot paliwa

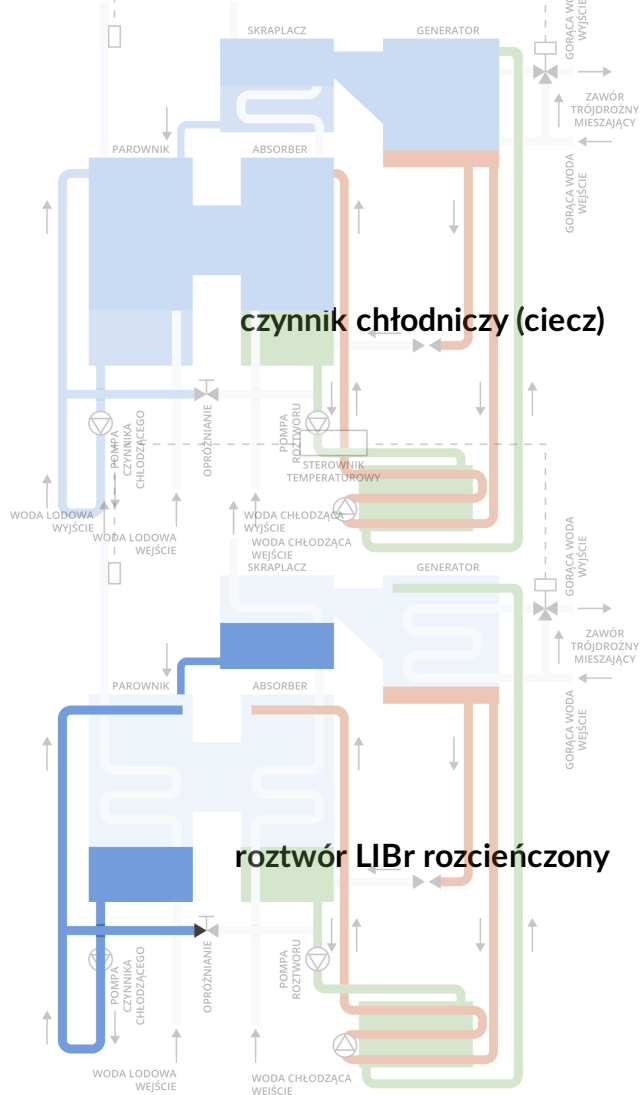
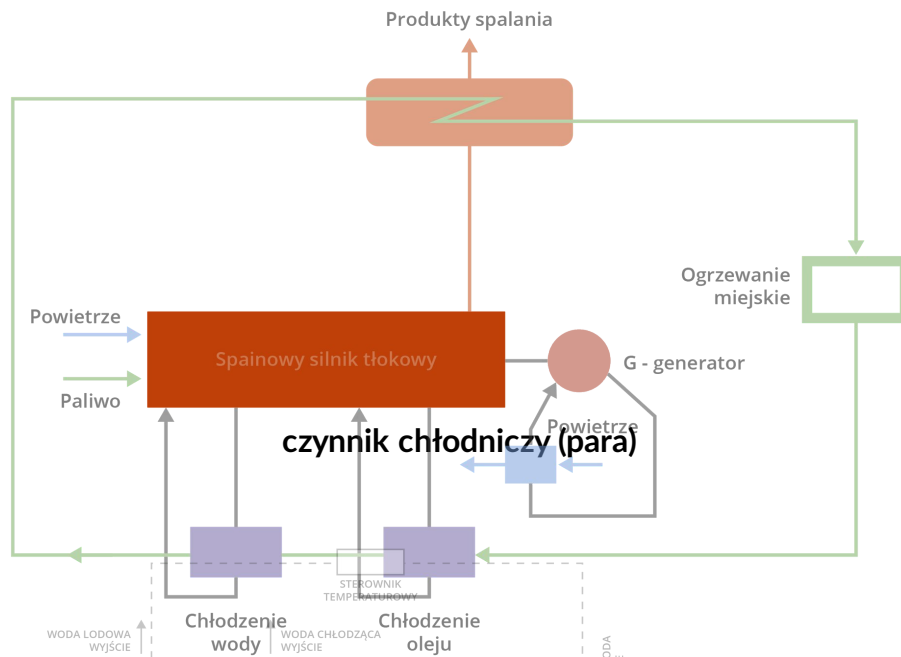


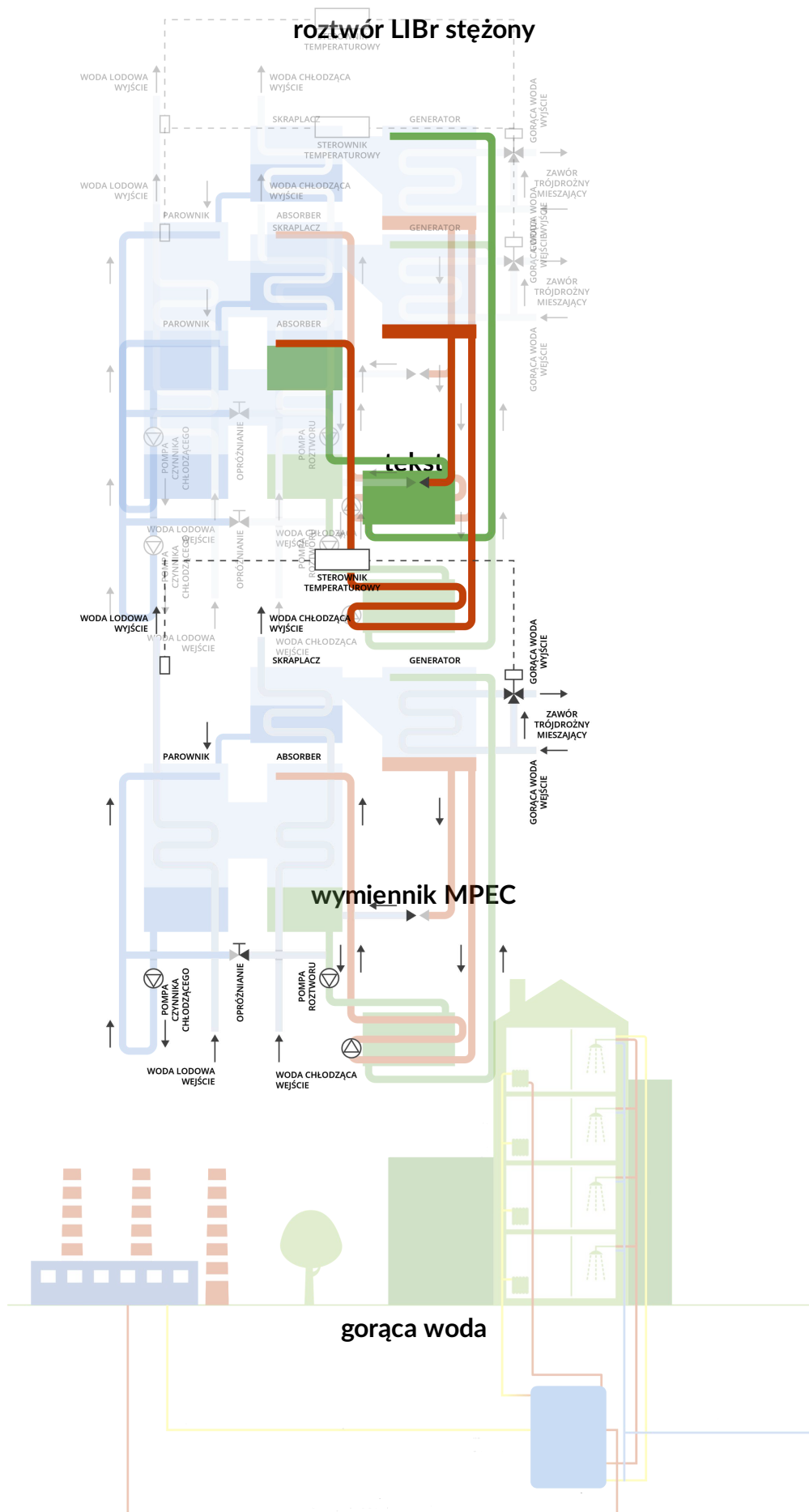


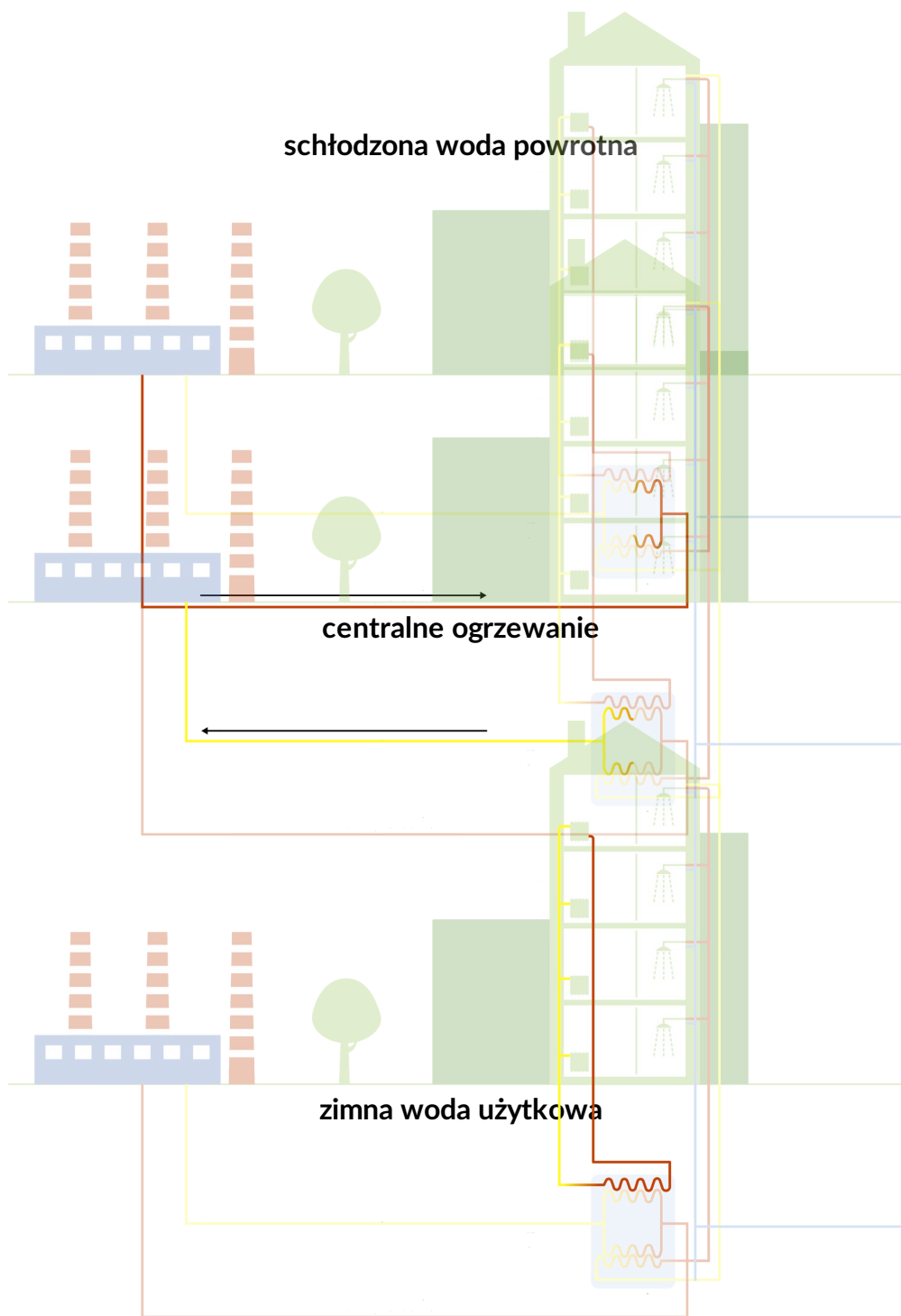
paliwo



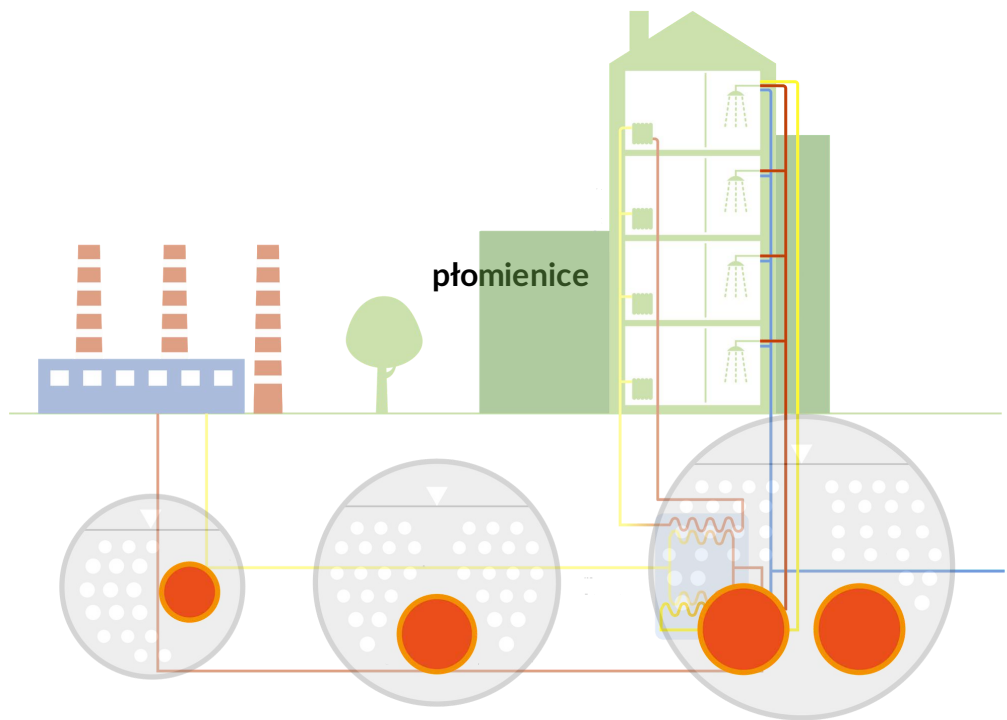
generator



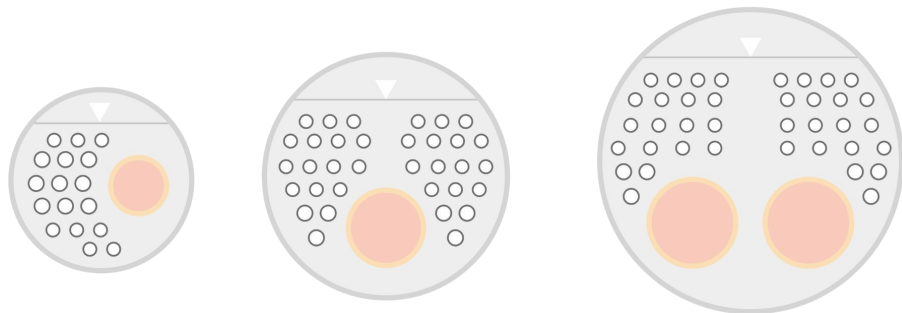




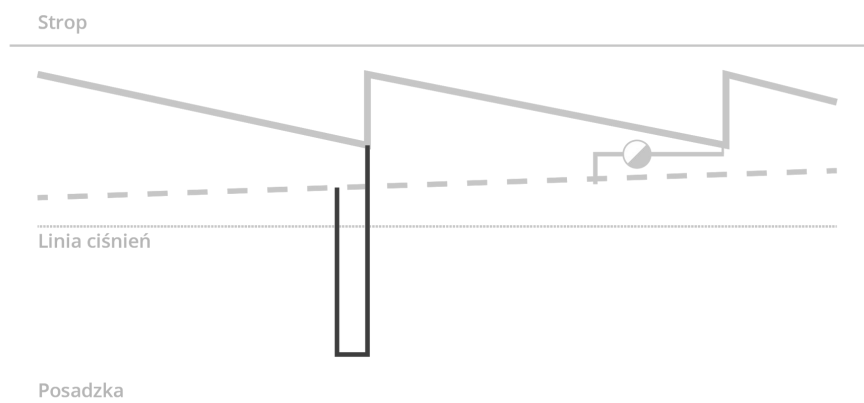
ciepła woda użytkowa



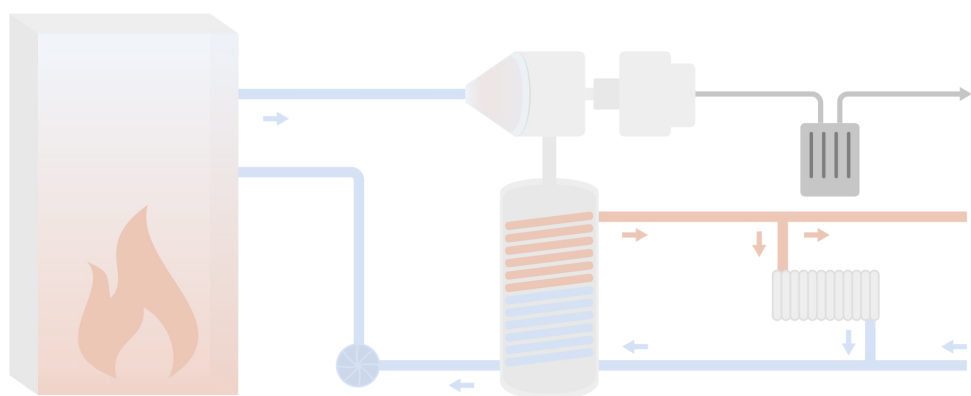
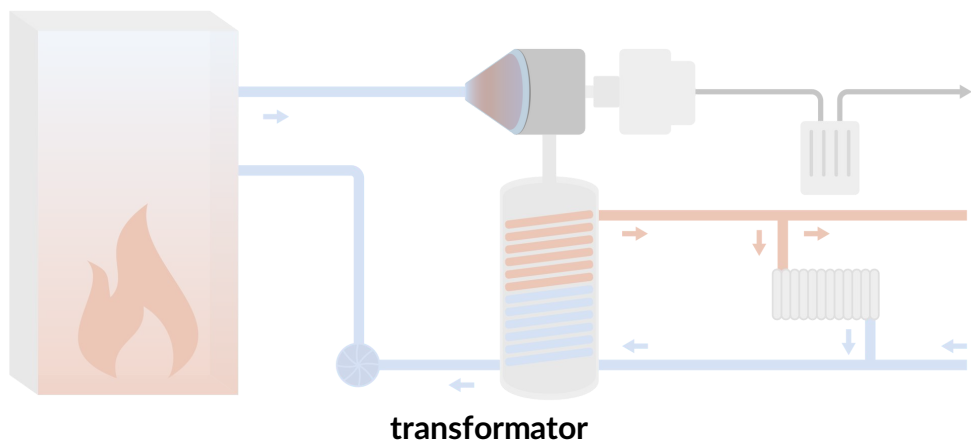
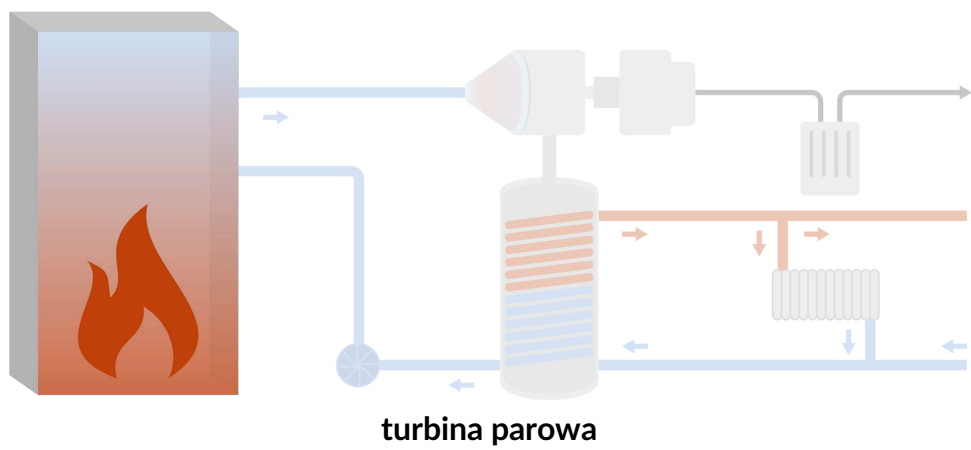
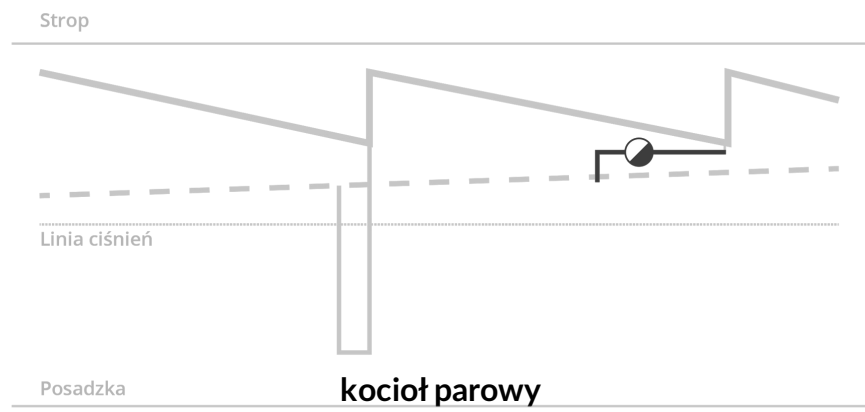
płomieniówki



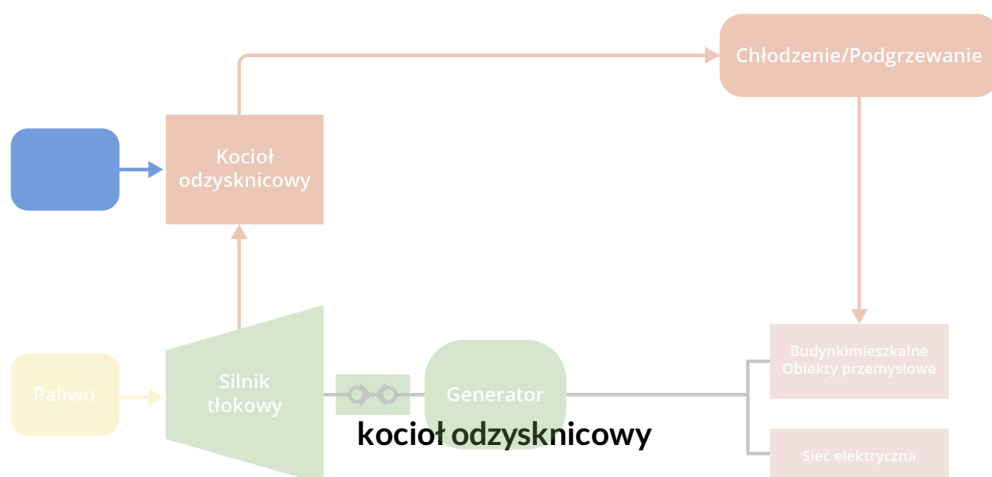
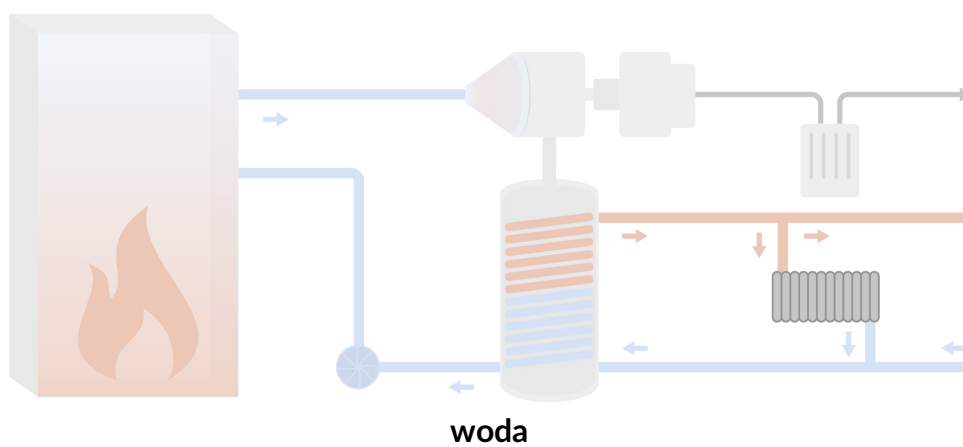
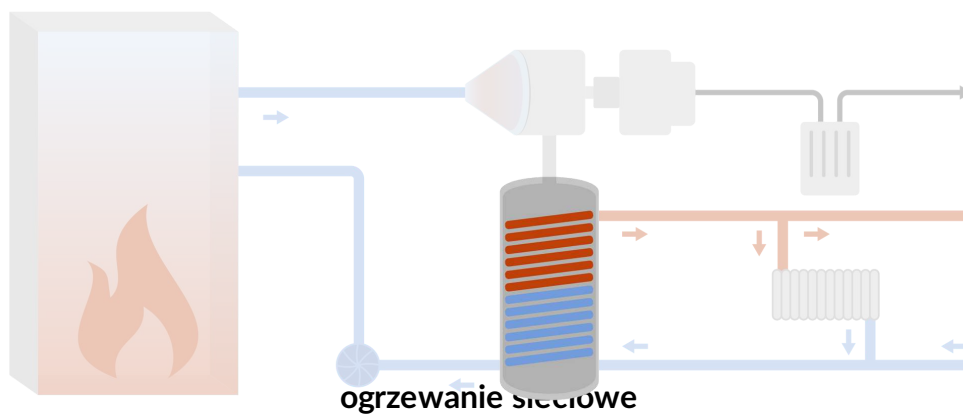
Odwadniacz syfonowy

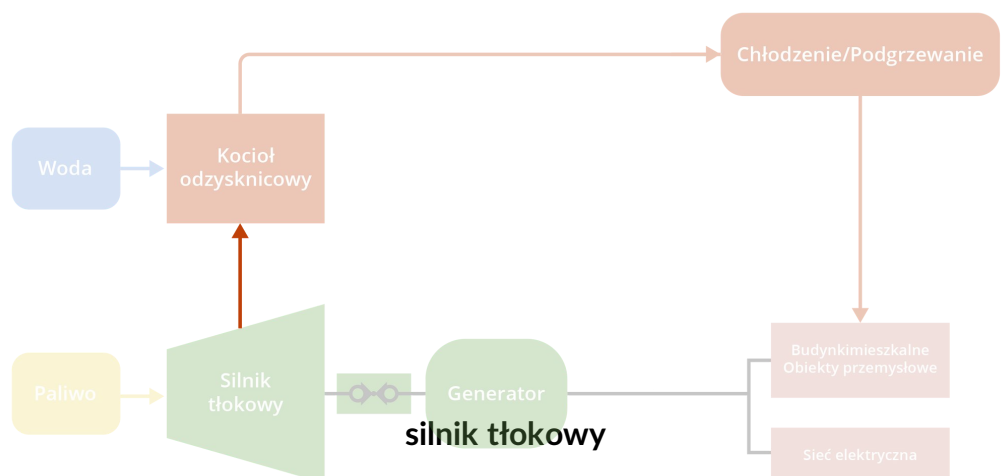
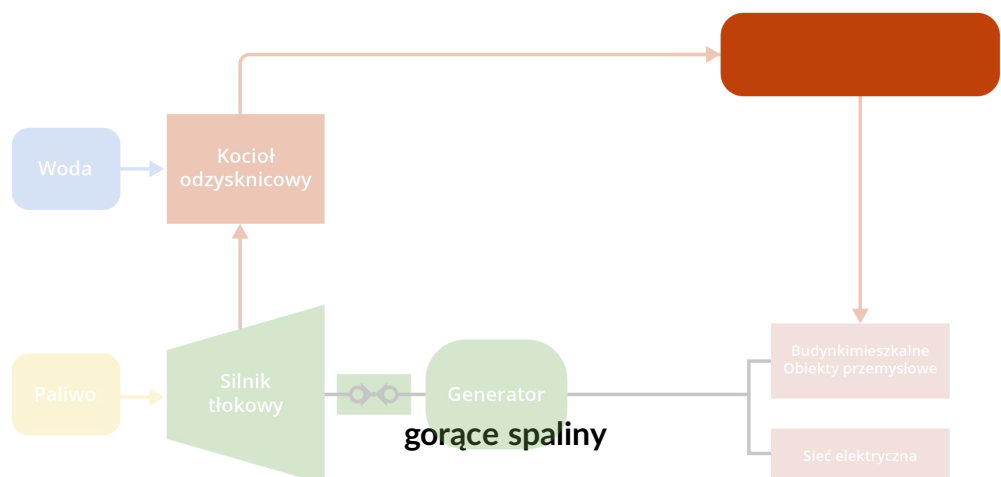
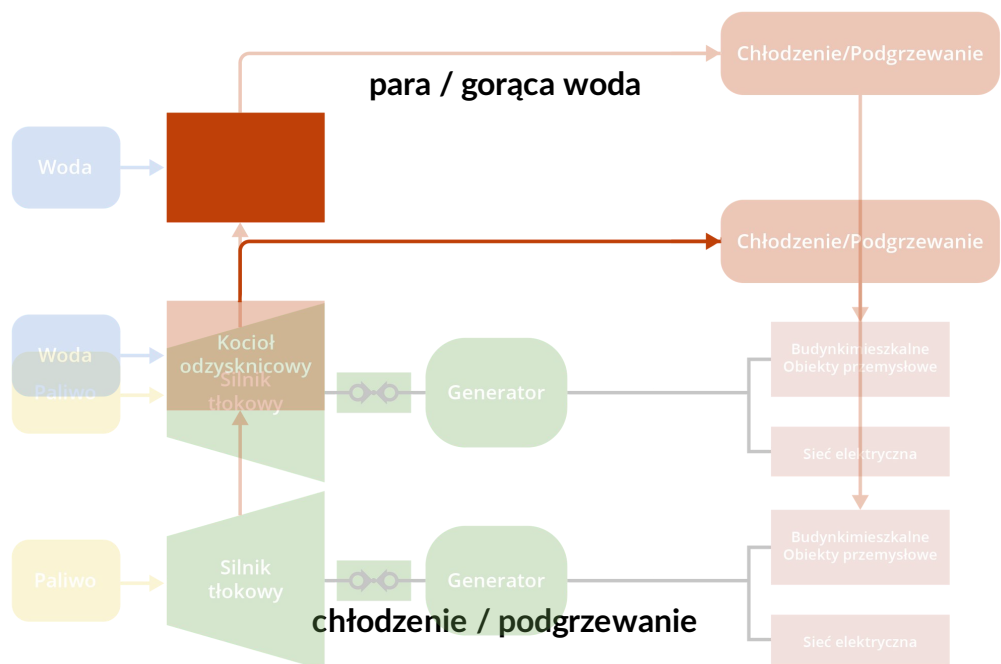


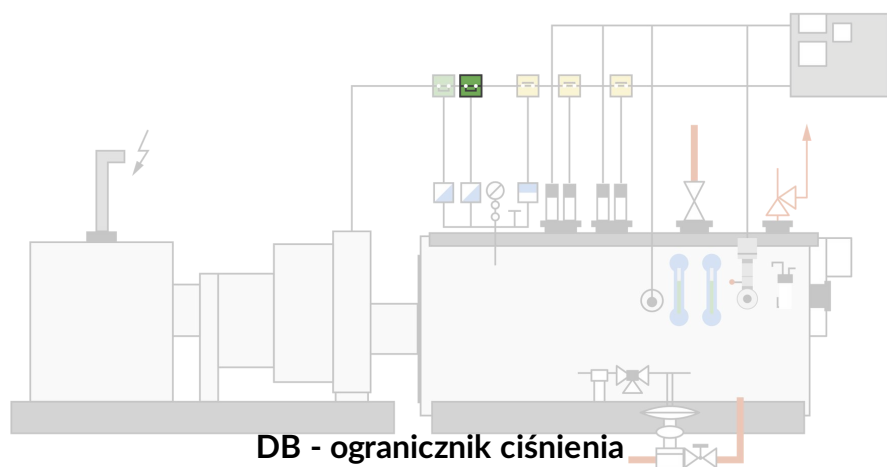
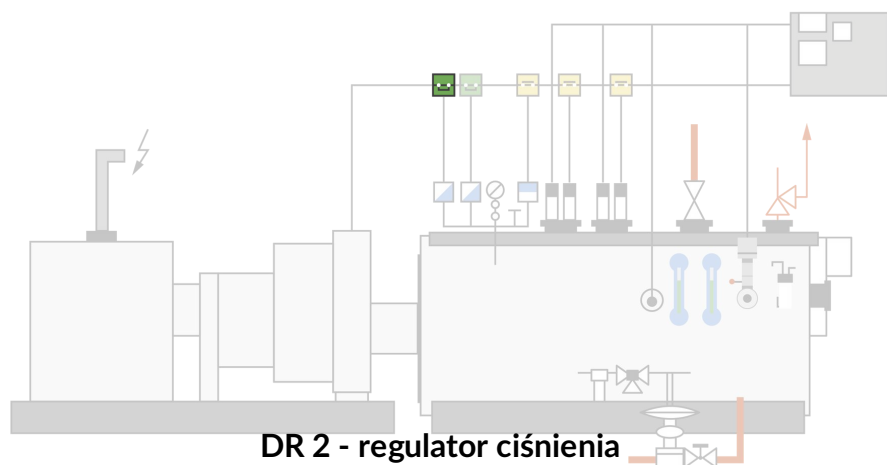
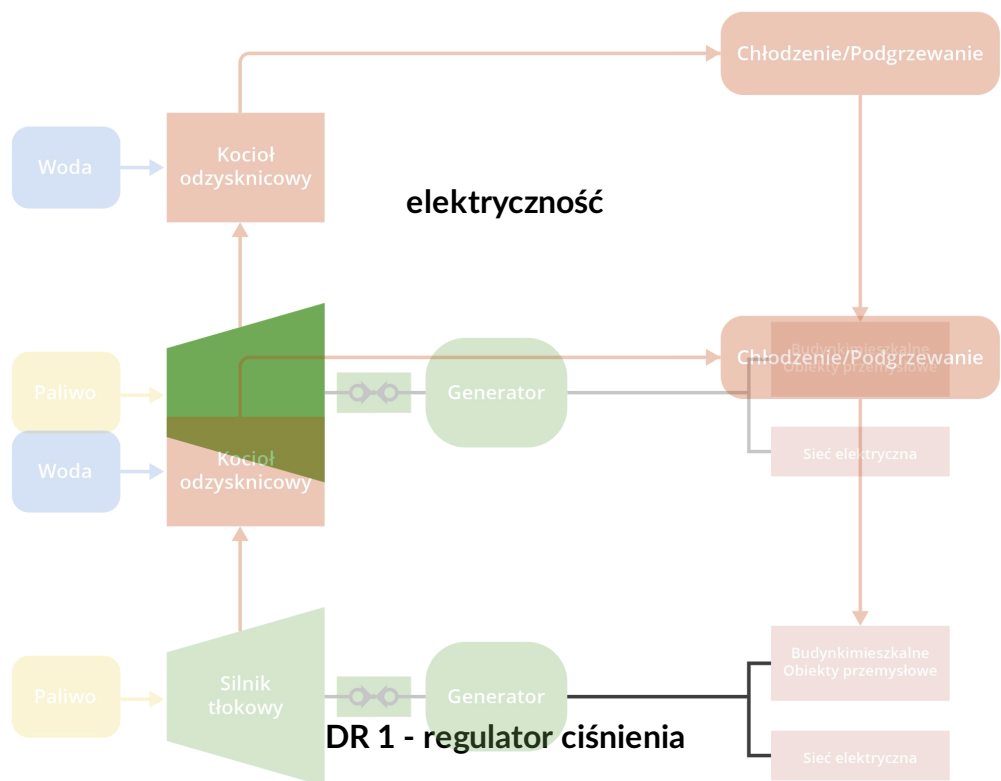
Odwadniacz mechaniczny

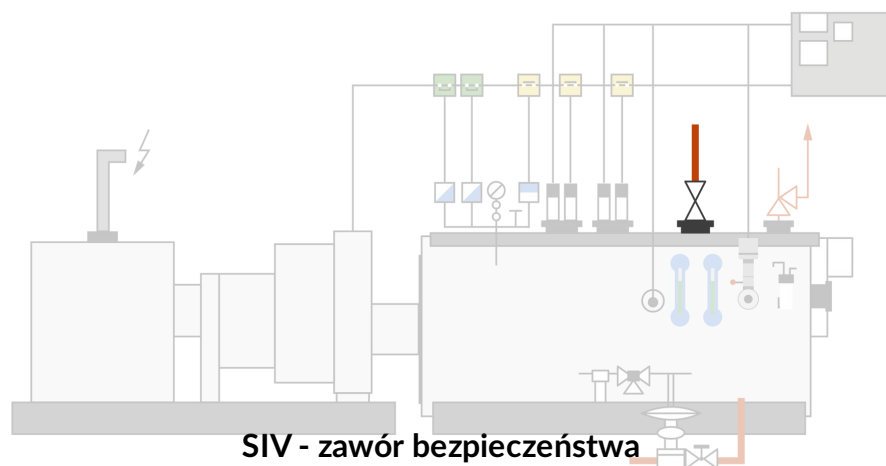
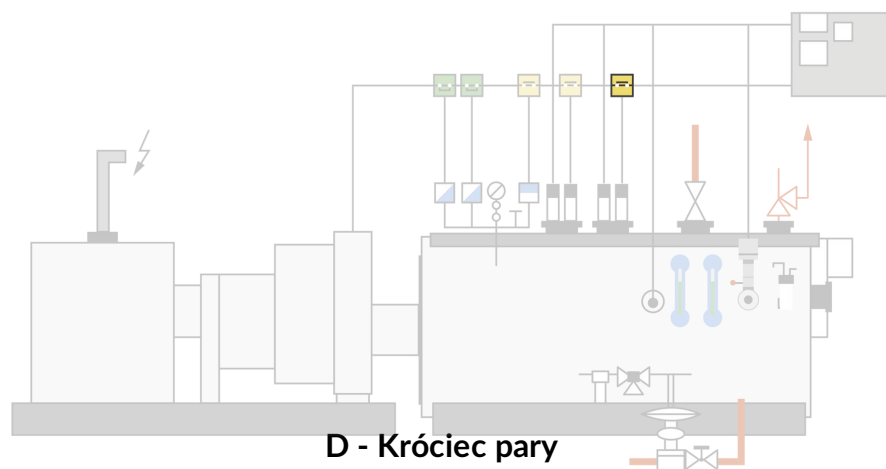
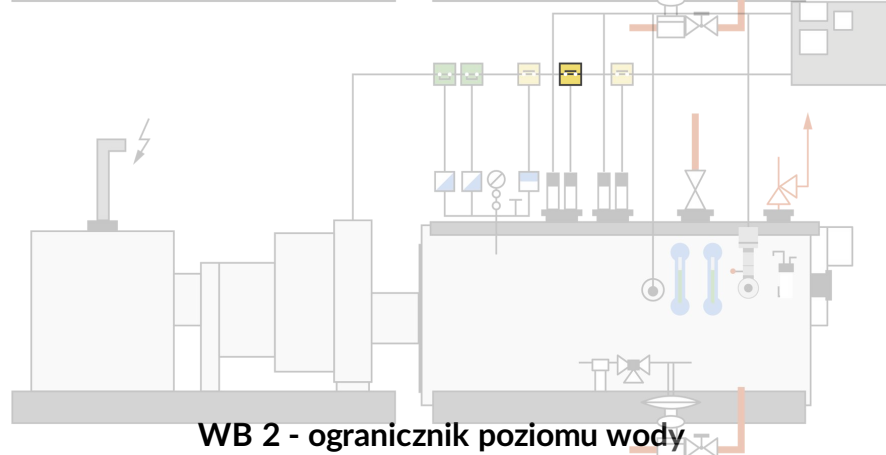
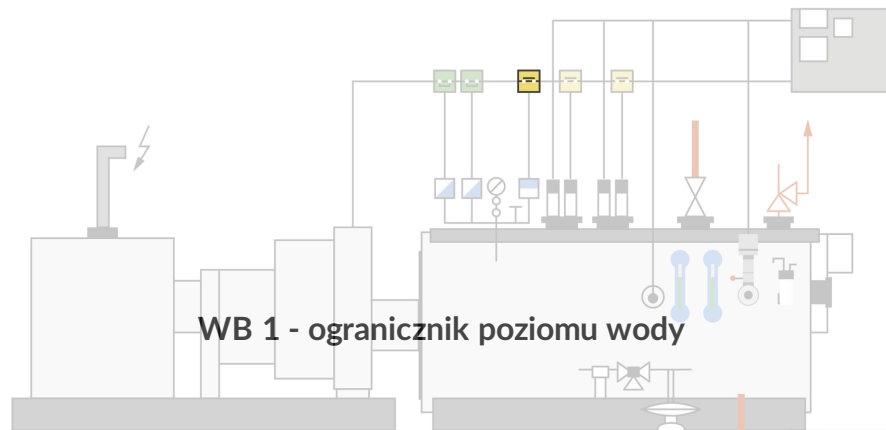


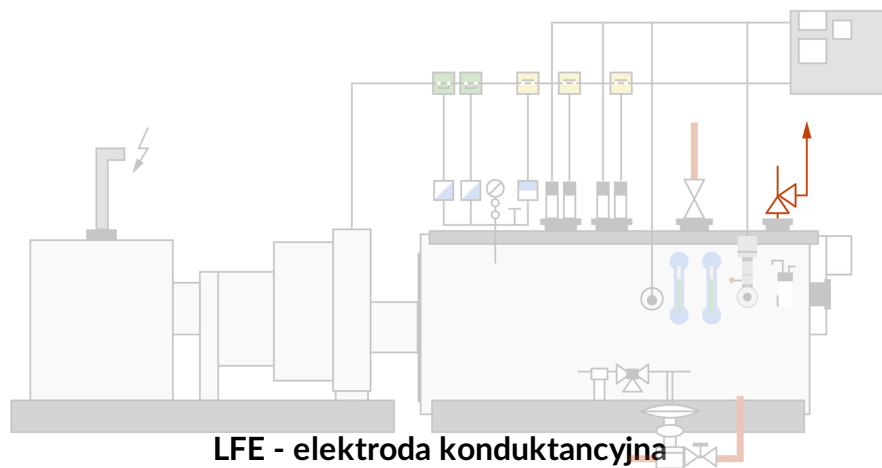
skraplacz



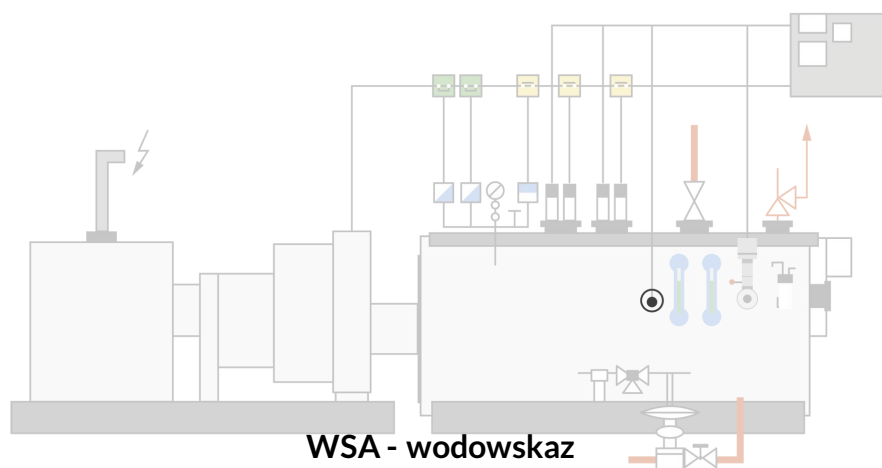




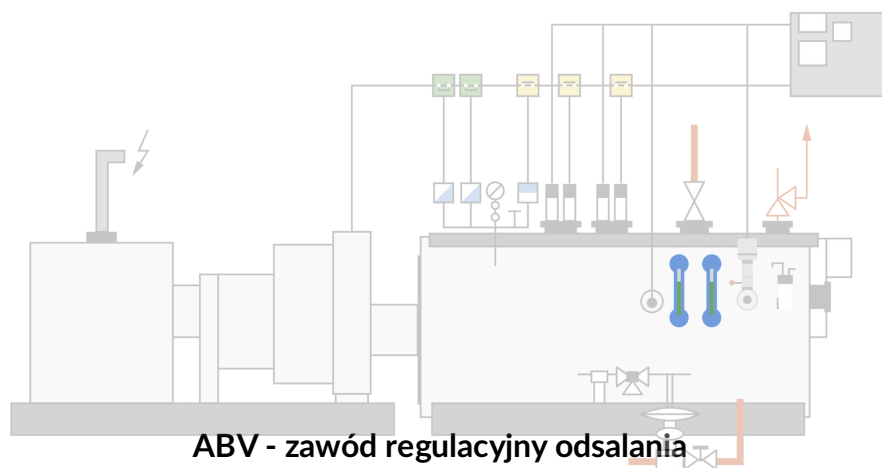




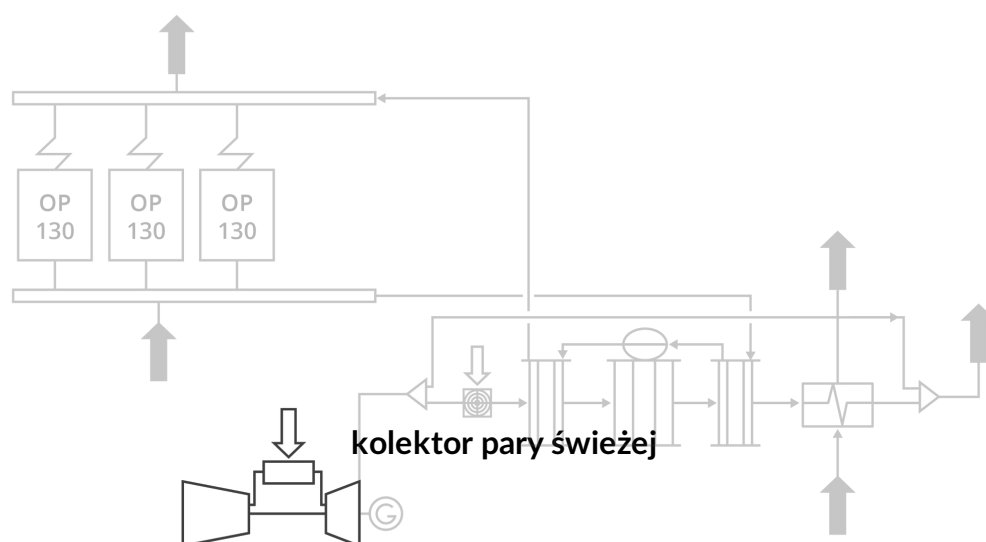
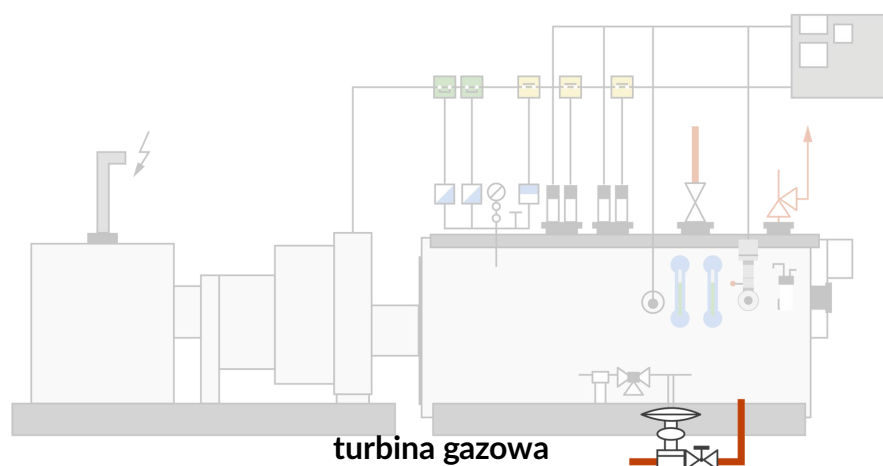
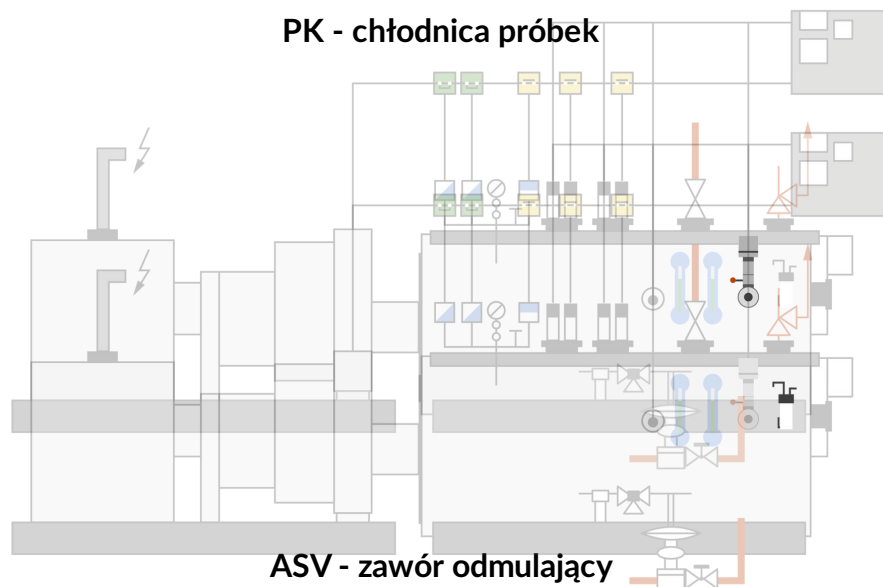
LFE - elektroda konduktancyjna

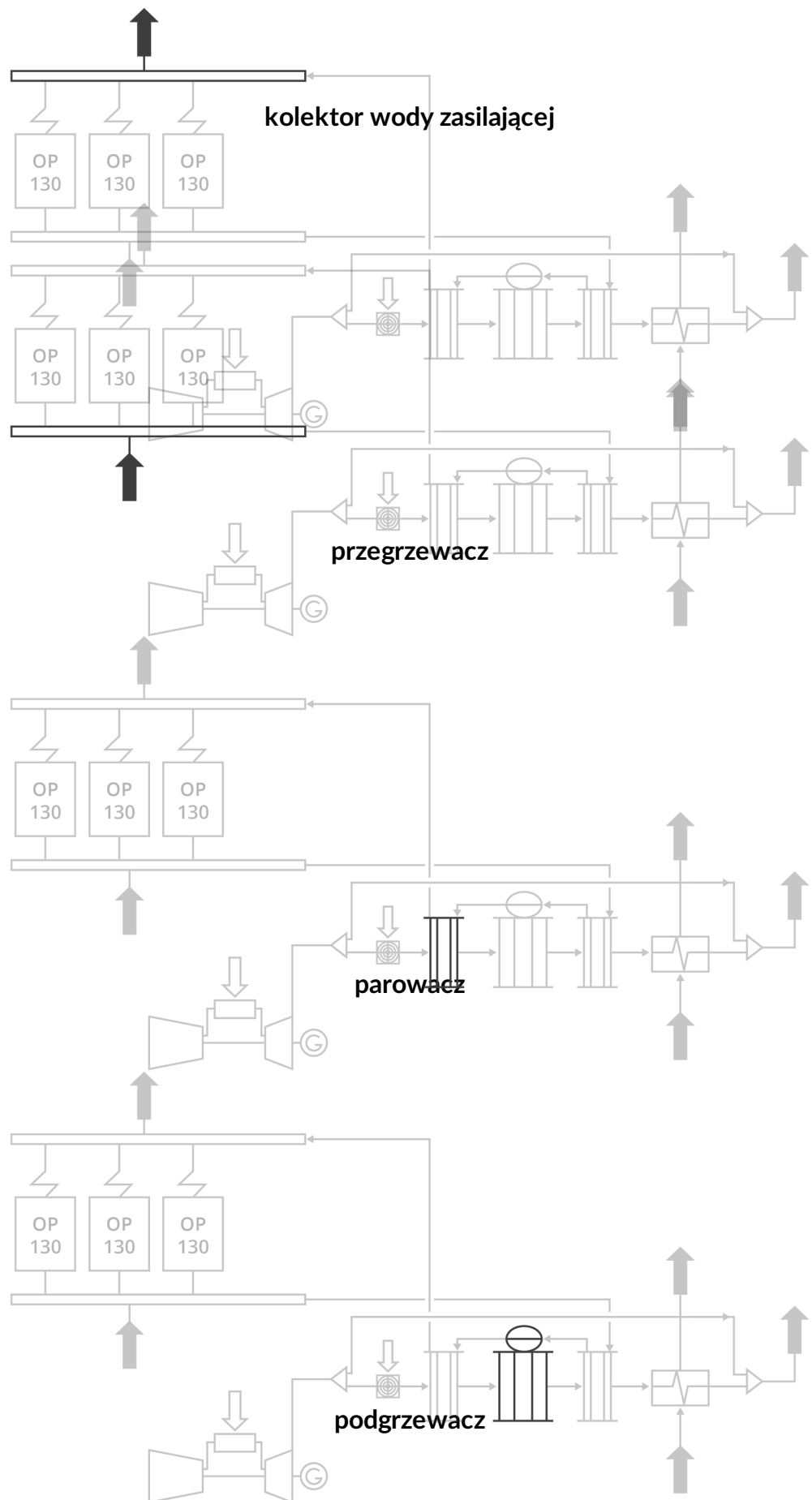


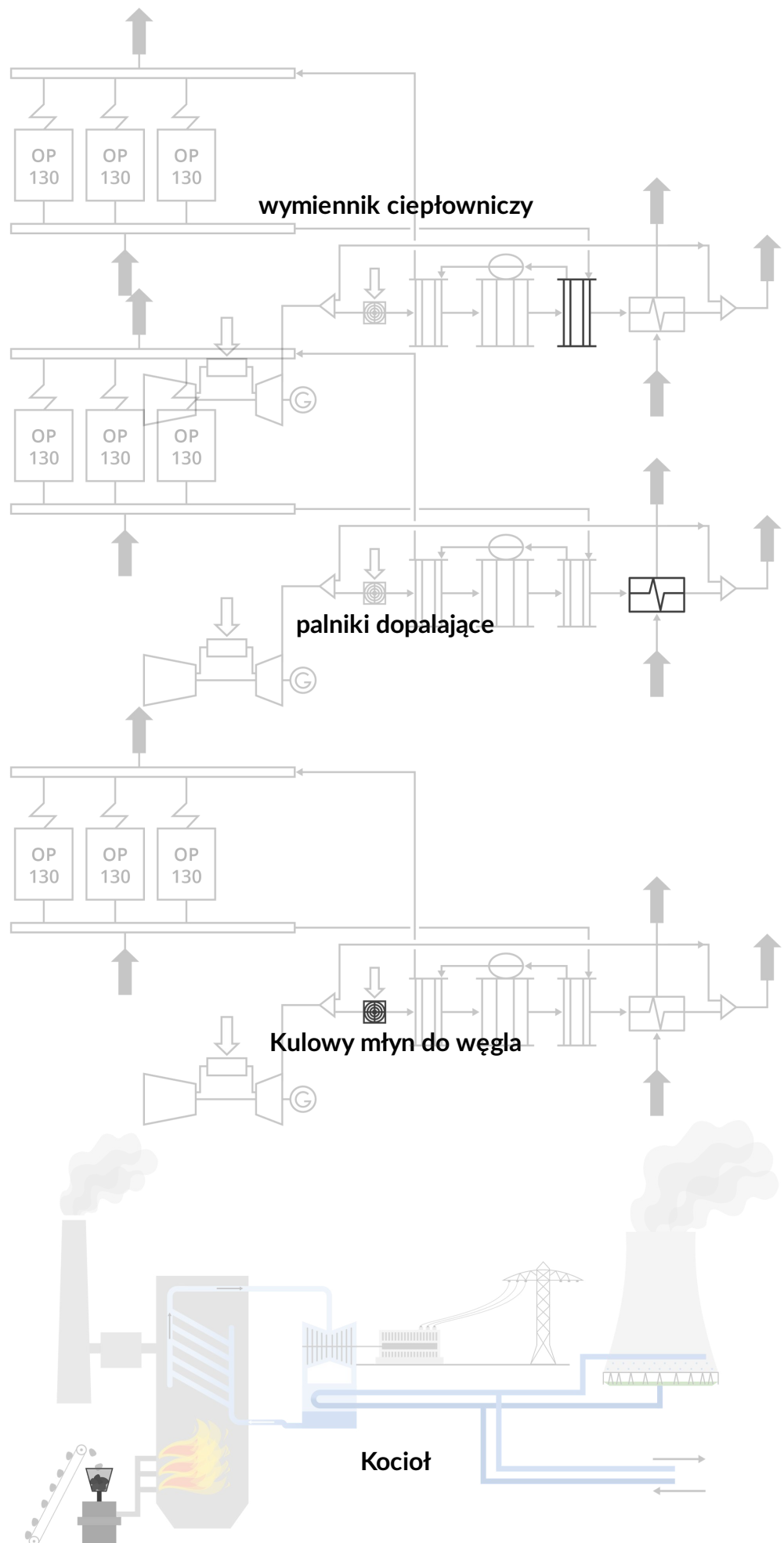
WSA - wodowskaz

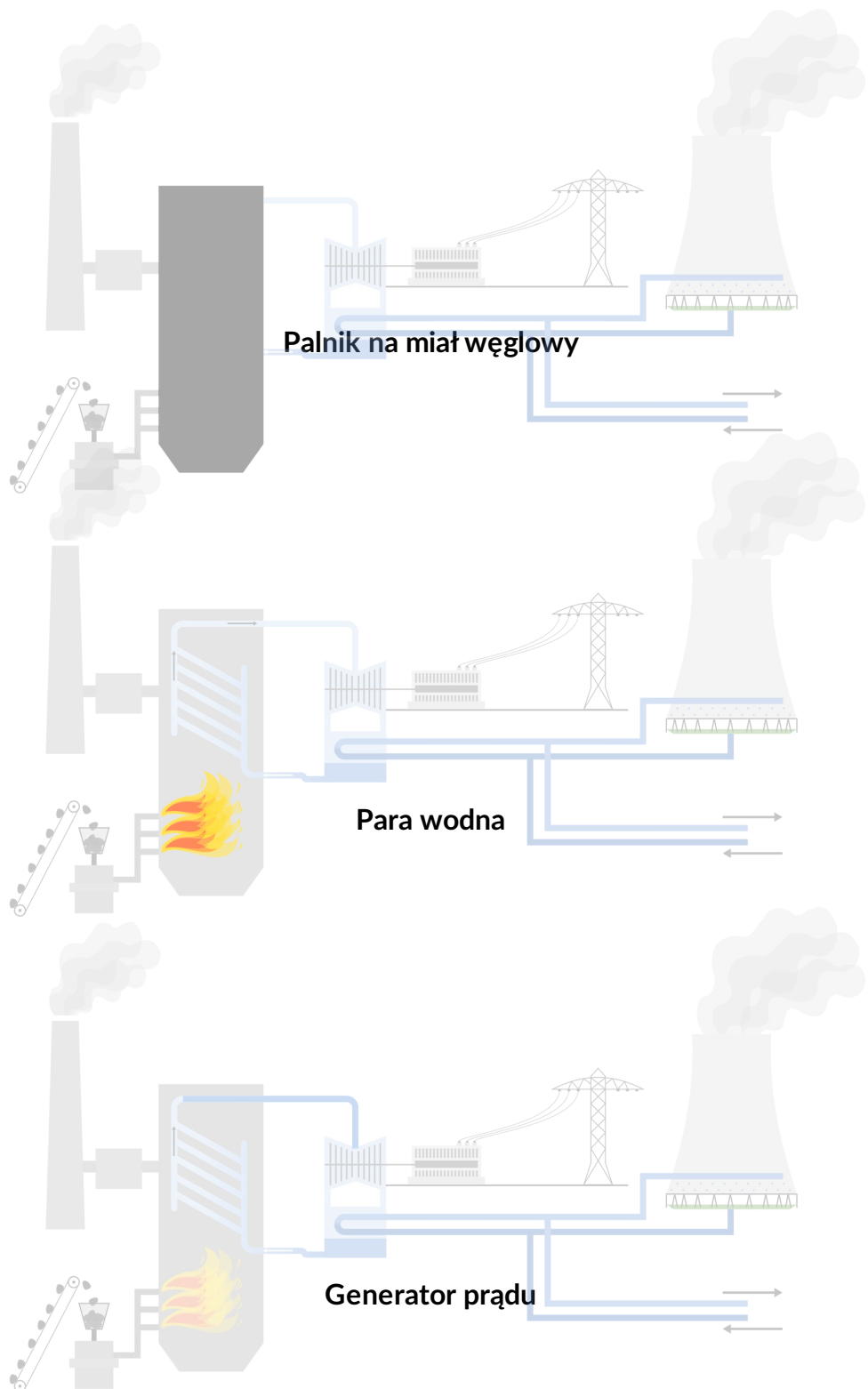


ABV - zawód regulacyjny odsalania

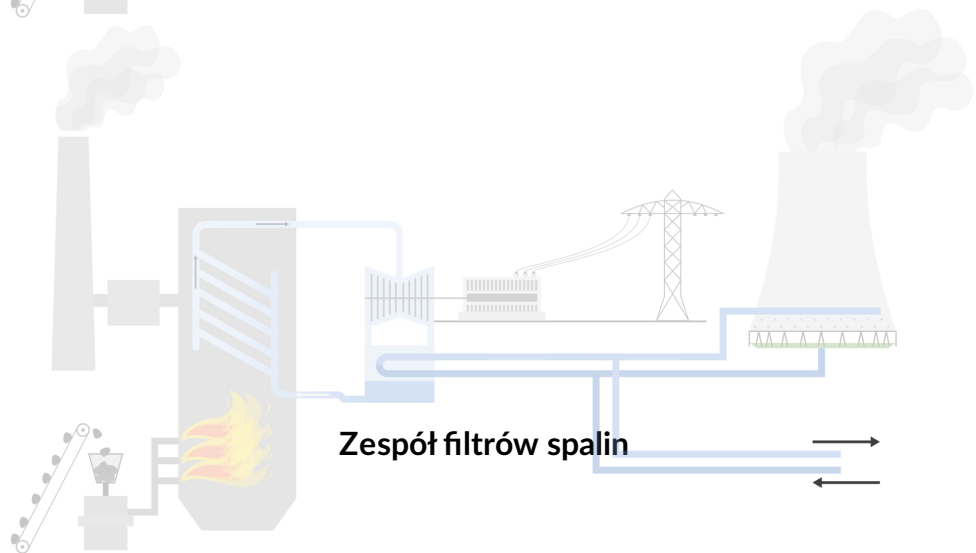
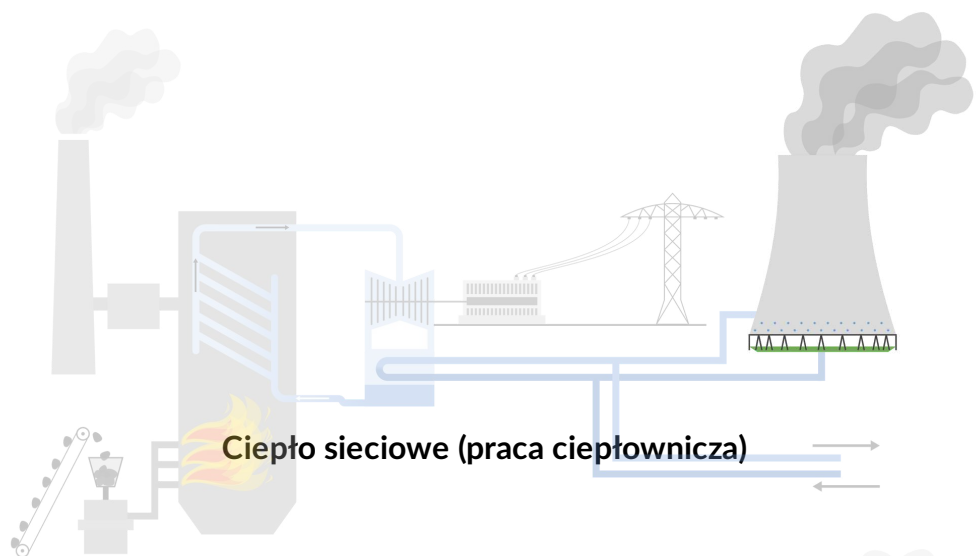
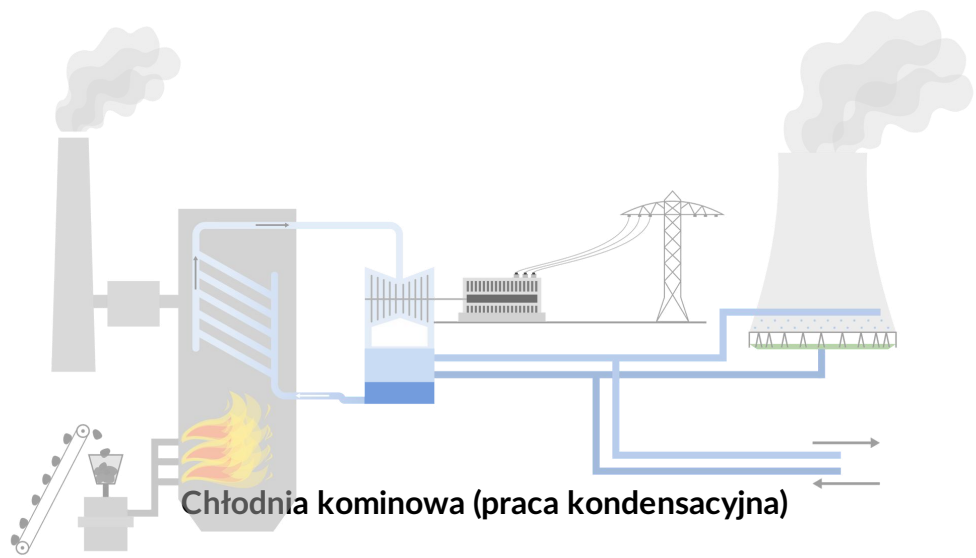


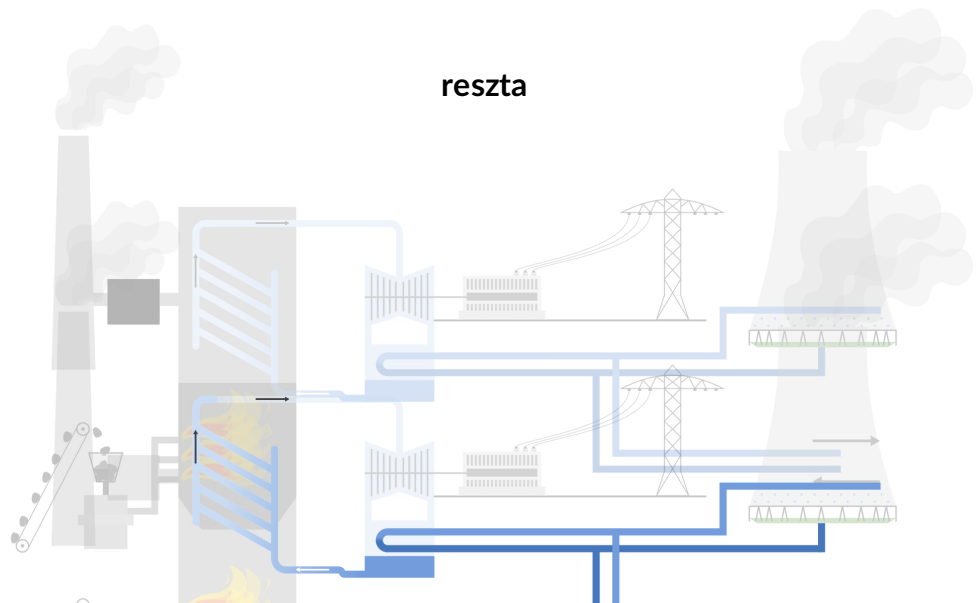






Kondensator (skraplacz)





Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, *Procesy w układach przetwarzania energii*, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

3. Proces elektrowni parowej kondensacyjnej

Spis treści

3. Proces elektrowni parowej kondensacyjnej

Proces technologiczny elektrowni parowej

Zbiorniki/składowiska paliw stałych i ciekłych

Wywrotnica, przesyp, taśmociąg

Układ magazynowania podawania paliwa

Układ mielenia i mieszania paliwa z powietrzem (młyn)

Ogólny podział kotłów parowych stosowanych w elektrowniach oraz podstawowa definicja kotła parowego

Szczegółowy podział kotłów energetycznych

Układ podawania powietrza i odprowadzania spalin

Elektrofiltr

Filtr workowy

Odazotowanie spalin

Odsiarczanie spalin

Chłodnia kominowa

Poziome zbiorniki wody zasilającej do kotłów

Odgazowywacz ciśnieniowy oraz próżniowy

Pompy wody zasilającej kocioł

Stacja przygotowania wody z wymiennikiem jonowymiennym

Źródła i układy wody chłodzącej

Działanie otwartych obiegów chłodzenia

Działanie zamkniętych obiegów

Chłodnie kominowe i chłodnie wentylatorowe

3. Proces elektrowni parowej kondensacyjnej

W przypadku konwencjonalnej elektrowni parowej kondensacyjnej (czyli produkującej tylko energię elektryczną), energetyczny proces przetwórczy jest zawsze trójstopniowy.

1. **W stopniu pierwszym** energia pochodząca z paliwa, pod wpływem temperatury, przemieniana jest w ciepło i przekazywana dalej.
2. **W stopniu drugim** ciepło to podlega dalszej przemianie w energię mechaniczną dzięki pracy silnika turbiny parowej.
3. **W stopniu trzecim** uzyskana energia mechaniczna przemieniana jest w energię elektryczną przy pomocy prądnicy, która pracuje dzięki turbinie.

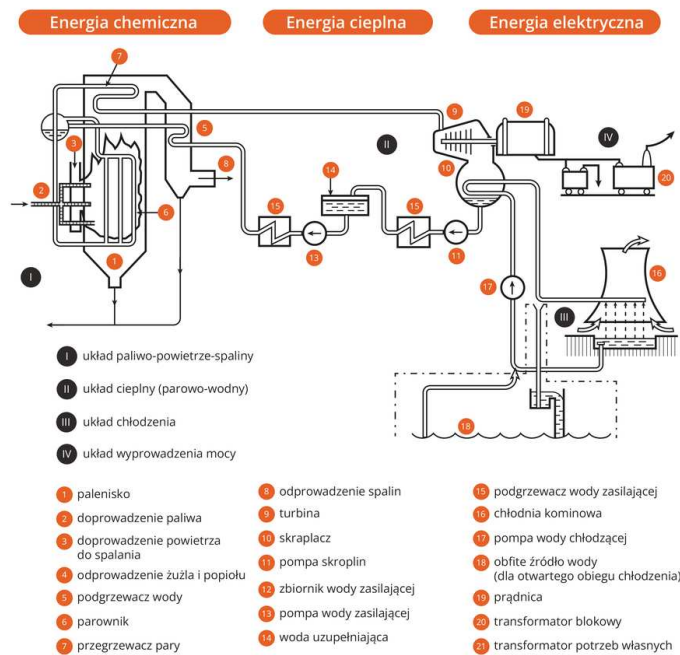
W procesie tym kluczową rolę odgrywają **cztery układy**.

1. **Układ paliwo-powietrze-spaliny.** To tutaj do paleniska kotła parowego (1) dodawane jest paliwo (2) oraz powietrze (3), które są niezbędnymi czynnikami do zainicjowania procesu spalania, podczas którego powstają żużel i popiół – usuwane na zewnątrz układu (4). Równocześnie powierzchnie ogrzewalne kotła „opalone” są rozgrzanymi spalinami: (5), (6), (7).
2. **Układ cieplny, nazywany również parowo-wodnym.** We wnętrzu rur znajdujących się w kotle, które pełnią funkcję powierzchni ogrzewalnych (5), (6), (7), przepływa tzw. czynnik roboczy. W zależności od konkretnych części rur, przyjmuje on postać: wody, pary przegrzanej, pary suchej nasyconej oraz mieszanki wodno-parowej. Para przegrzana, powstająca w kotle, przechodzi następnie rurociągiem do wnętrza turbiny (9), w której się rozpręża. To właśnie tutaj ma miejsce kluczowa przemiana ciepła w energię mechaniczną, napędzającą obrót turbiny. Po spełnieniu swojego zadania – para uprzednio rozprężona do niskiego ciśnienia (co jest koniecznością dla ogólnej wydajności całego procesu) – ulega skropleniu w kondensatorze (10) dzięki wykorzystaniu znacznej ilości chłodziwa (wody chłodzącej). Następnie, wytworzona w procesie skraplania para wodna (tzw. kondensat), przetłaczana jest za pomocą pompy skroplin (11) bezpośrednio do zbiornika wody zasilającej (12). Stamtąd transportowana jest pompą wody zasilającej (13) do kotła, co zamyka cały obieg układu. Przy użyciu podgrzewaczy – woda, która zasila układ, jest podgrzewana do odpowiedniej

temperatury (15) dzięki parze czerpanej wprost z turbiny. Podczas trwania procesu następują zawsze straty wody; uzupełnia się ją tzw. wodą dodatkową (14).

3. **Układ chłodzenia skraplaczy**, który jest połączony z układem cieplnym. To tutaj odbywa się niwelowanie nadmiarowego ciepła pary wodnej pracującej w turbinie. W skład tego układu wchodzi: skraplacz zwany kondensatorem (10) oraz chłodnia kominowa (16). Układ ten nazywa się zamkniętym układem chłodzenia. Istotną rolę odgrywa w nim pompa wody chłodzącej (17), która determinuje przepływ wody, a następnie, odpowiednio ochłodzona w chłodni, transportowana jest do skraplacza. W przypadku tzw. otwartych układów chłodzących – chłodnię kominową zastępują naturalne zbiorniki wodne, np. jeziora, rzeki (18).
4. **Układ wyprowadzenia mocy** – jego głównymi elementami są zespolona z turbiną prądnica (19) oraz transformator blokowy (20), który podwyższa napięcie prądnicy, oraz transformator potrzeb własnych (21). Układ wyprowadzenia mocy wieńczę, nieprzedstawione na schemacie, rozdzielnia główna oraz rozdzielnia potrzeb własnych.

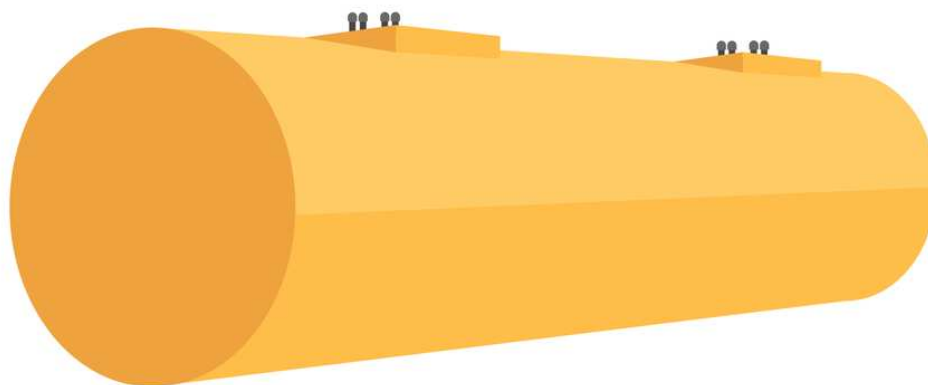
Proces technologiczny elektrowni parowej



Rys. 18 - Schemat technologiczny procesu elektrowni parowej.

Zbiorniki/składowiska paliw stałych i ciekłych

Zbiorniki/składowiska paliw stałych i ciekłych. W każdej elektrowni stosującej formę paliwa stałego lub ciekłego muszą znajdować się pokaźne zbiorniki, które mają za zadanie przede wszystkim zabezpieczyć to paliwo przed m.in. wybuchem. Przykładem takiego obiektu jest zbiornik paliwowy podziemny, który służy do magazynowania materiałów ciekłych, palnych lub niepalnych. Jego powierzchnia zewnętrzna jest śrutowana i pokryta antykorozyjnie powłoką poliuretanową, odporną na przebicie.



Rys. 19 - Zbiornik do składowania paliw stałych i ciekłych.

Wywrotnica, przesyp, taśmociąg

Wywrotnica to urządzenie będące częścią systemów przeładunkowych transportu bliskiego (na niewielkie odległości). Umożliwia ona gromadzenie m.in. paliw kopalnych, np. węgla; dzięki transportowaniu kruszywa **taśmociągami**. Obok wywrotnic (w tym np. **wywrotnic wagonowych**) powstają przesypy (powinny być prawidłowo zaprojektowane).

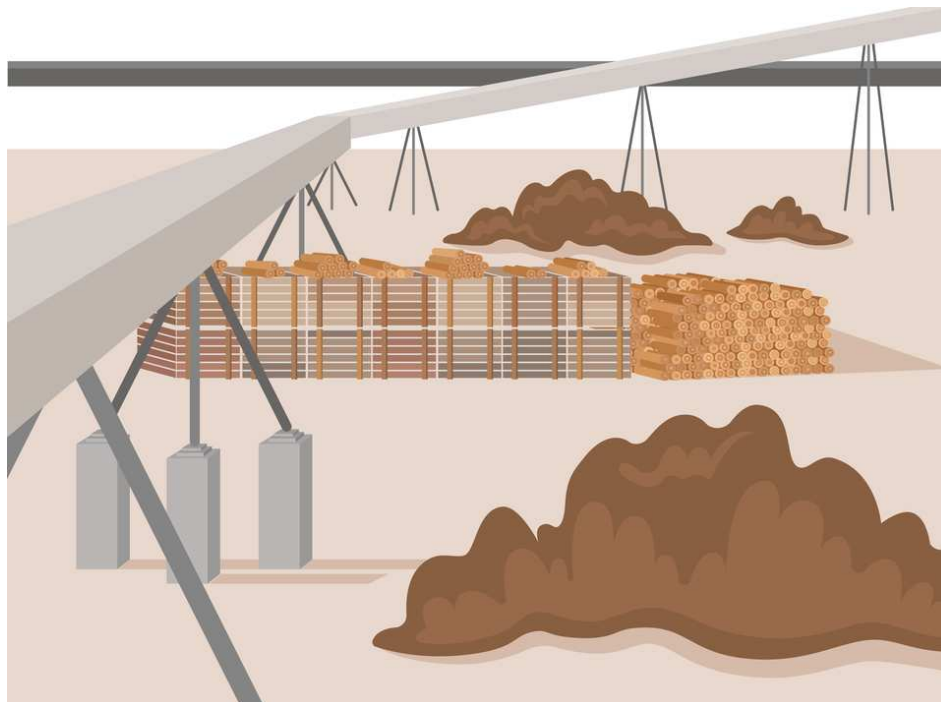
<p>Wywrotnica wagonowa</p><p>Wywrotnica wagonowa</p>

<p>Taśmociąg z zasilaniem</p><p>Taśmociąg z zasilaniem</p>

<p>Przesyp</p><p>Przesyp</p>

Układ magazynowania podawania paliwa

Układ magazynowania podawania paliwa może znajdować się zarówno na wolnym powietrzu, jak i w pomieszczeniach. W przypadku np. węgla teren na powietrzu, na którym ma się znajdować, powinien być zadaszony, suchy, zaizolowany przeciwwilgociowo od gruntu, odwodniony i wentylowany. Układ podawania paliwa (np. węgla) służy systematycznemu podawaniu do pieca określonych jego ilości, z możliwością ich zmieniania i planowania.



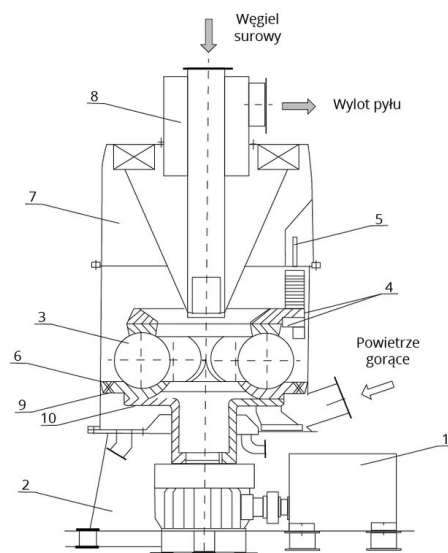
Rys. 23 - Układ magazynowania i podawania paliwa.

Układ mielenia i mieszania paliwa z powietrzem (młyn)

Układ mielenia i mieszania paliwa z powietrzem (młyn) znacząco podnosi parametry pracy kotła elektrowni, zwiększając produkcję energii. Pełni więc funkcję urządzenia pomocniczego, które służy do rozdrabniania paliwa. Po rozdrobnieniu paliwo wraz z powietrzem jest odprowadzane do kotła.

Najogólniej, ze względu na metodę rozdrabniania węgla, młyny dzieli się na:

- udarowo-miażdżące, które są wolnobieżne;
- miażdżące, które są średnobieżne;
- udarowe, które są szybkobieżne.



Rys. 24 - Schemat budowy układu mielenia i mieszania paliwa z powietrzem (młyn).

Ogólny podział kotłów parowych stosowanych w elektrowniach oraz podstawowa definicja kotła parowego

Kocioł parowy to urządzenie, którego zadaniem jest wytwarzanie pary dzięki wykorzystaniu procesu spalania paliwa.

Podział kotłów parowych:

1. Ze względu na przeznaczenie, czyli miejsce ich wykorzystania:

- kotły energetyczne – stosowane są w elektrowniach dysponujących dużą mocą;
- kotły przemysłowe – stosowane są w ciepłowniach oraz elektrociepłowniach przemysłowych;
- kotły grzewcze – stosowane są w mniejszych ciepłowniach lokalnych.

2. Ze względu na postać początkową tzw. czynnika roboczego:

- kotły parowe (na parę nasyconą, na parę rozgrzaną);
- kotły wodne.

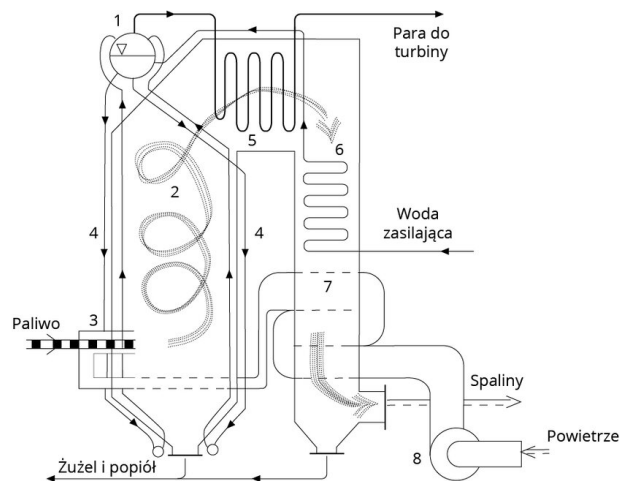
3. Ze względu na rodzaj paleniska:

- kotły warstwowe z rusztem: stałym, ruchomym lub narzutowe;
- kotły fluidalne: stacjonarne oraz cyrkulacyjne;
- kotły komorowe: olejowe, gazowe, pyłowe.

4. Ze względu na budowę powierzchni ogrzewalnej:

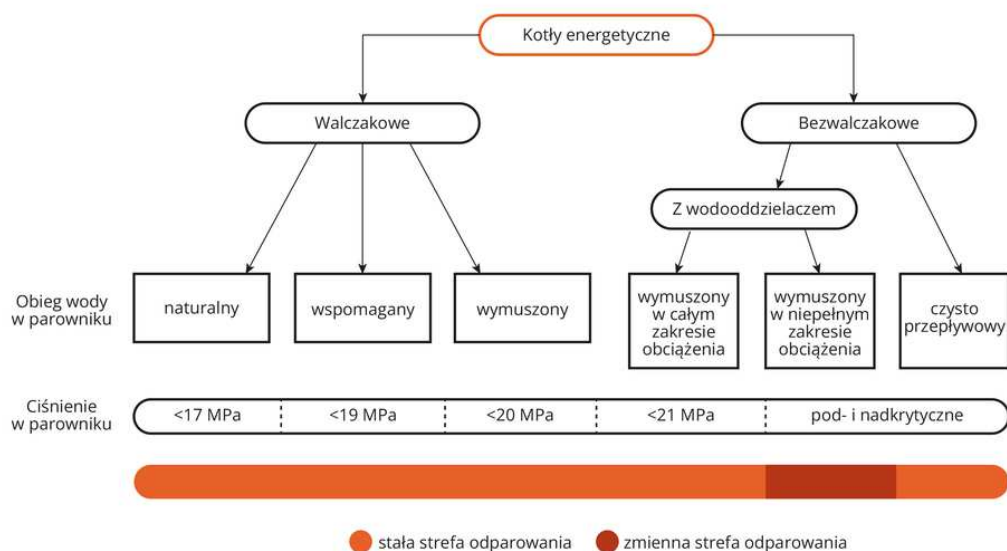
- kotły wodno-rurowe;
- kotły płomienicowe;

- kotły płomienicowo-płomieniówkowe.
- 5. Ze względu na liczbę ciągów spalin:**
- kotły jednociągowe;
 - kotły dwuciągowe;
 - kotły wielociągowe.
- 6. Ze względu na postać odprowadzanego żużla:**
- kotły ze stałym odprowadzaniem;
 - kotły z ciekłym odprowadzeniem.
- 7. Ze względu na obieg wody:**
- kotły z obiegiem naturalnym;
 - kotły z obiegiem wspomaganym;
 - kotły z obiegiem wymuszonym;
 - kotły z obiegiem przepływowym.



Rys. 25 - Uproszczony schemat przekroju kotła parowego.

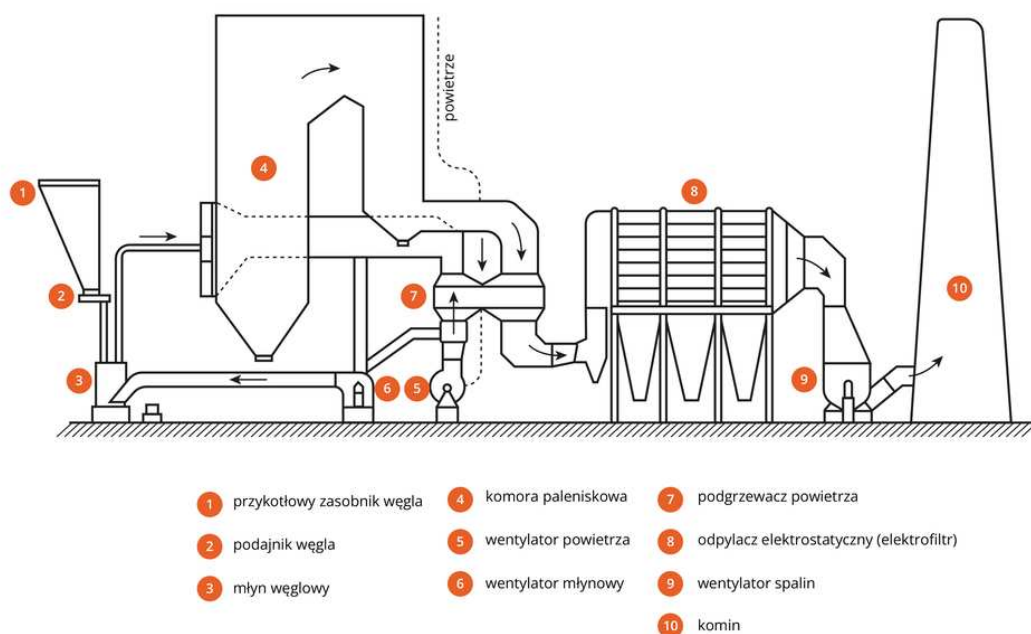
Szczegółowy podział kotłów energetycznych



Rys.26 - Szczegółowy podział kotłów energetycznych

Układ podawania powietrza i odprowadzania spalin

Układ podawania powietrza i odprowadzania spalin doprowadza do kotła optymalną ilość powietrza, tak by zmaksymalizować efektywność spalania paliwa w kotle. Odprowadza także zbędne spaliny poprzez przewody spalinowe na zewnątrz. W jego odpowiednim funkcjonowaniu pomagają wentylatory (spalin oraz powietrza).

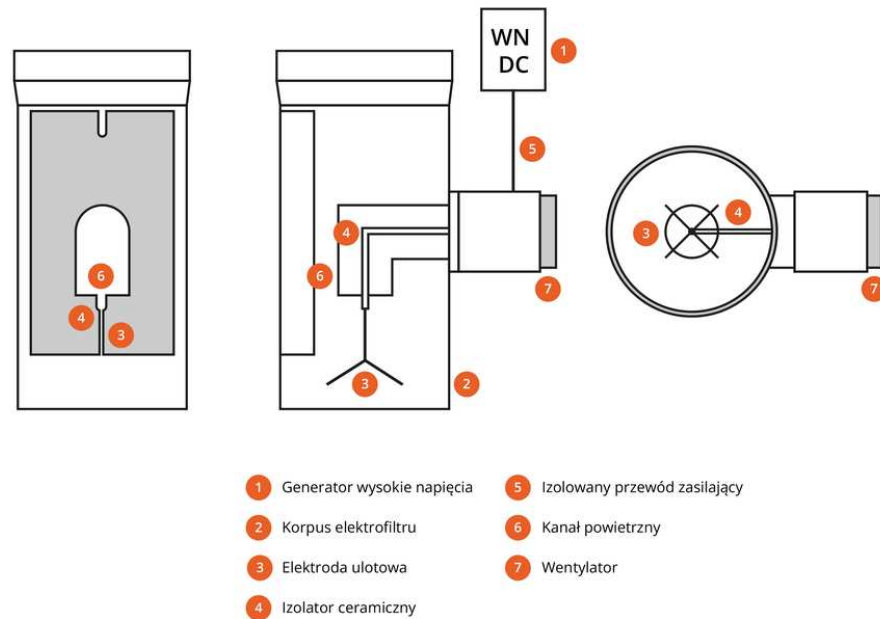


Rys. 27 - Schemat układu podawania powietrza i odprowadzania spalin

Elektrofiltr

Elektrofiltr to odpylacz, urządzenie pomocnicze kotłów opalanych zazwyczaj pyłem węglowym (wykorzystywanych w elektronikach),

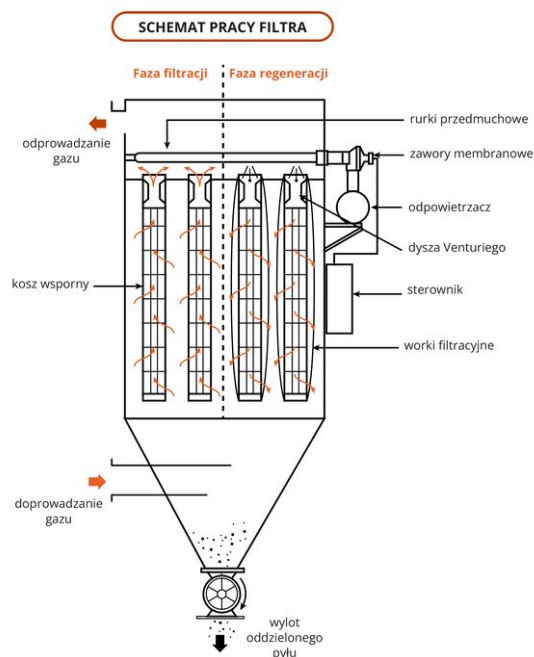
używane do usuwania wszelkiego rodzaju pyłów pochodzących głównie ze spalin (gazów odlotowych). Zbudowany jest najczęściej z wielu elektrod, które pracują pod nieustannym napięciem.



Rys. 28 - Schemat budowy elektrofiltra

Filtr workowy

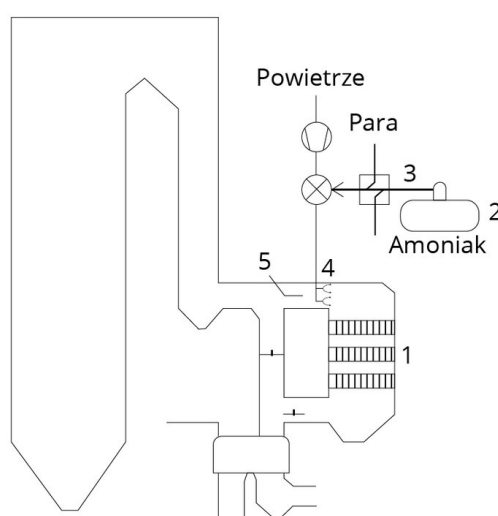
Filtr workowy to urządzenie, które służy do odpylania gazów przemysłowych z wszelkich zanieczyszczeń. Zewnętrzna przestrzeń worka służy do odseparowania pyłów, zaś oczyszczony gaz transportowany jest do jego wnętrza, a następnie wyrzucany na zewnątrz. Filtr posiada specjalny lej zsypowy, gdzie opadają odseparowane pyły.



Rys. 29 - Schemat pracy filtra workowego

Odazotowanie spalin

Odazotowanie spalin, czyli redukcja emisji szkodliwych pyłków azotu, które powstają podczas spalania paliw w kotłach elektrowni, odbywa się dzięki instalacji selektywnej redukcji katalitycznej (SCR). W procesie zmniejszenia emisji używany jest amoniak, który wprowadzany jest do komory paleniskowej, a w odpowiednich, wysokich temperaturach i przy obecności tlenu wchodzi w reakcję chemiczną z tlenkami azotu. Aby reakcja przebiegła pomyślnie, potrzebny jest katalizator płytowy lub komórkowy, zamontowany we właściwym miejscu instalacji.



Rys. 30 - Schemat instalacji selektywnej redukcji katalitycznej (SCR) tlenków azotu za pomocą amoniaku

Odsiarczanie spalin

Odsiarczanie spalin, czyli redukcja emisji szkodliwych pyłków siarki, które powstają podczas spalania paliw w kotłach elektrowni, może dokonać się już na wstępnym etapie szykowania węgla do spalania, podczas samego spalania, a także z tzw. spalin odlotowych.

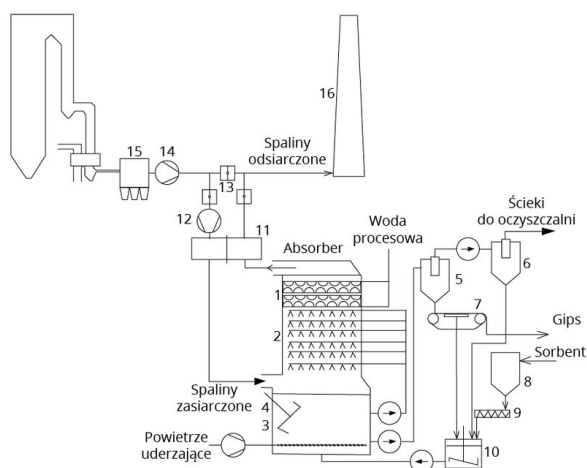
Ogólnie proces odsiarczenia polega na absorpcji szkodliwych spalin dwutlenku siarki dzięki wykorzystaniu tlenku wapnia bądź tlenku magnezu. W wyniku reakcji chemicznej powstaje siarczyn wapnia, który dodatkowo, po utlenieniu, przekształca się w siarczan wapnia i analogicznie – siarczyn magnezowy, który po kontakcie z tlenem zmienia się w siarczan magnezowy.

Wśród metod odsiarczania spalin wyróżnia się:

- metodę suchą;
- metodę półsuchą;
- metodę moką.

Za najskuteczniejszą i najbardziej wydajną uważa się obecnie odsiarczanie spalin **metodą mokrą wapniowo-wapienną**. Jej skuteczność wynosi ok. 90-95%.

W tej metodzie spaliny przeczyszcza się mleczkiem wapiennym (tzw. absorbentem), dzięki czemu powstaje siarczyn wapnia, a po utlenieniu – siarczek wapnia. Ostatecznym efektem całego procesu absorpcji dwutlenku siarki jest wytworzenie się gipsu, który posiada konsystencję szlamu.

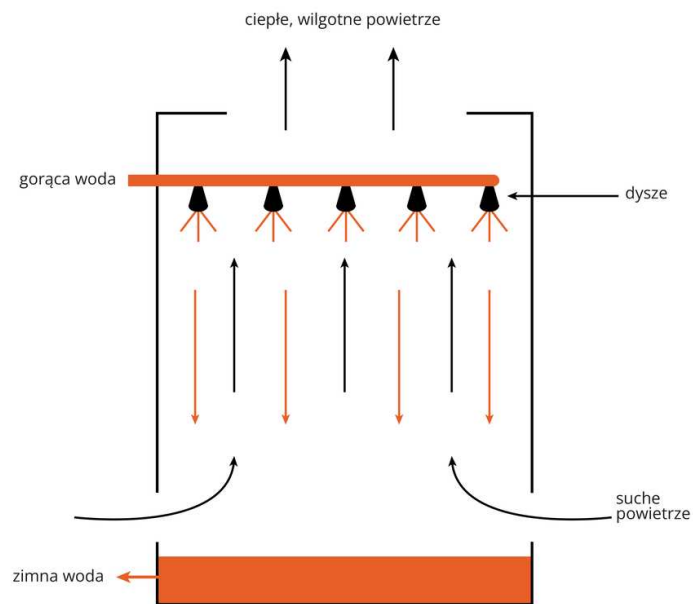


Rys. 31 - Schemat ideowy mokrej wapiennej metody odsiarczania spalin

Chtodnia kominowa

Chłodnia kominowa jest rodzajem urządzenia w formie trwałej budowli, która służy przede wszystkim do schładzania wody przemysłowej. Chłodnie kominowe lokuje się we wszelkiego rodzaju zakładach przemysłowych oraz energetycznych, w tym w elektrowniach ciepłych. Urządzenia te są określane jako mokre wymienniki ciepła, które zastępują naturalne źródła wody, takie jak: rzeki, jeziora, zalewy. Wykonane są zazwyczaj z żelbetonu i charakteryzują się **wysokim kominem o pokaźnej**

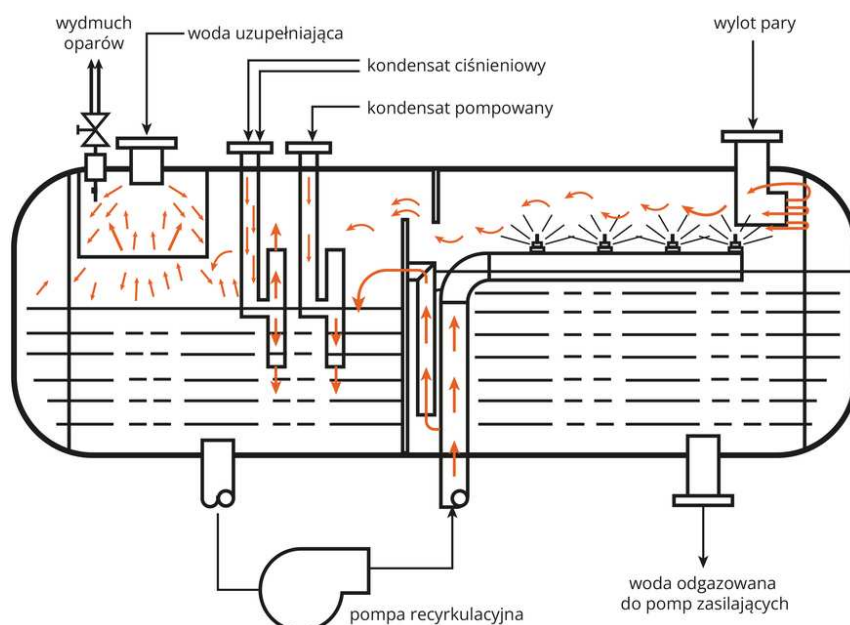
średnicy, który ma za zadanie wymusić znaczny przepływ powietrza. To właśnie dzięki temu przepływowi dokonuje się chłodzenie wody.



Rys. 32 - Schemat pracy chłodni kominowej

Poziome zbiorniki wody zasilającej do kotłów

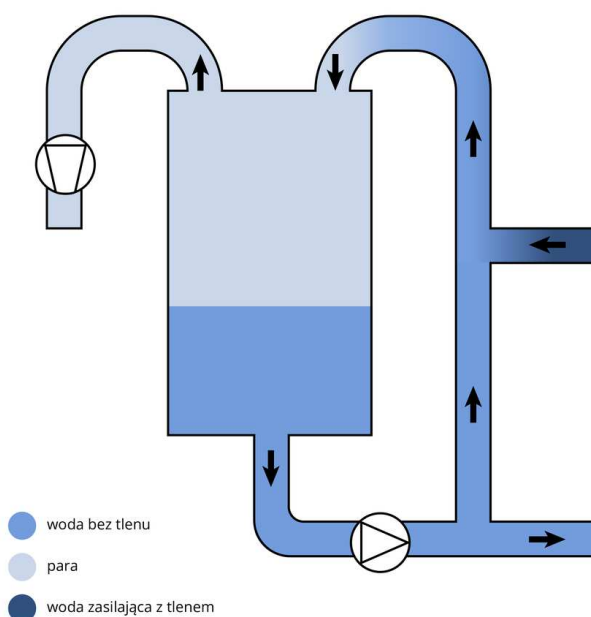
Poziome zbiorniki wody zasilającej do kotłów są istotnym elementem systemów stabilizujących pracę całych central ciepłych, w tym m.in. kotłów parowych. To w ich wnętrzach odgazowywana, uzdatniana oraz gromadzona jest woda, która wykorzystywana jest później do uzupełnienia ubytków cieczy pojawiających się w toku pracy centrali ciepłowniczej. Zbiorniki tego typu wspomagają więc działanie całych instalacji wodnych lub parowych.



Odgazowywacz ciśnieniowy oraz próżniowy

Odgazowywacz ciśnieniowy oraz próżniowy służą do redukcji tlenu oraz dwutlenku węgla w wodzie (a także w tzw. skroplinach powracających) wykorzystywanej do uzupełnień podczas pracy systemu ciepłowniczego (w kotłach parowych).

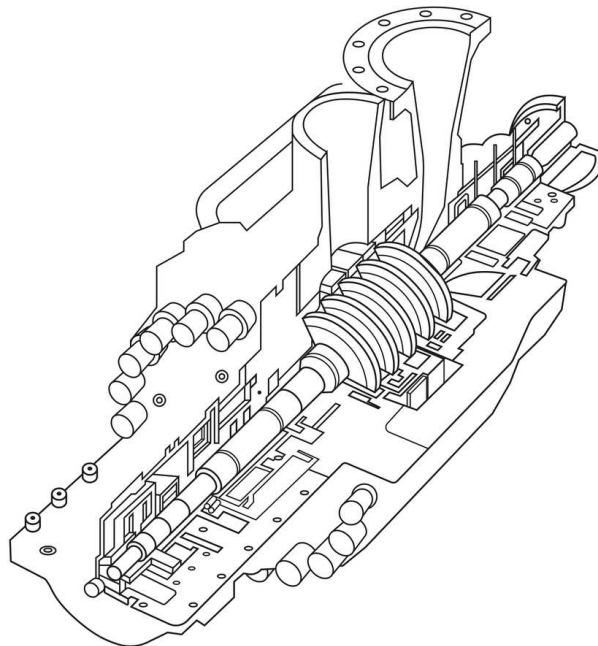
W odgazowywaczu woda uzupełniająca, bogata w tlen, ulega podgrzaniu do temperatury 40–90°C, a następnie transportowana jest do jego zbiornika (górnego). Dzięki zastosowaniu pompy próżniowej ciśnienie w zbiorniku jest znacznie obniżone. Pozwala to wodzie wrzeć w niższej temperaturze, co uwalnia tlen natychmiast usuwany przez pompę. Odgazowana już woda rozdzielana jest na dwa odrębne przebiegi – jednym z nich płynie do układu ciepłowniczego, drugim – krąży w wewnętrznym biegu urządzenia.



Rys. 33 - Schemat budowy poziomego zbiornika wody zasilającej do kotłów

Pompy wody zasilającej kocioł

Pompy wody zasilającej kocioł wpływają na bezawaryjną pracę całej elektrowni. Ich zadaniem jest tłoczenie wody ze zbiornika wody zasilającej bezpośrednio do kotła. Obecnie ich wydajność sięga nawet 83%.



Rys. 35 - Przekrój budowy pompy wody zasilającej kocioł

Stacja przygotowania wody z wymiennikiem jonowymiennym

Stacja przygotowania wody z wymiennikiem jonowymiennym

wykorzystywana jest do redukcji zawartości wapnia i magnezu przez wymiennik kationitowy. Jony wapnia i magnezu są wymieniane na jony sodu w procesie wymiany jonowej, a woda zmiękczona jest m.in. w kotłach parowych, obiegach ciepłowniczych, chłodniach kominowych.

Źródła i układy wody chłodzącej

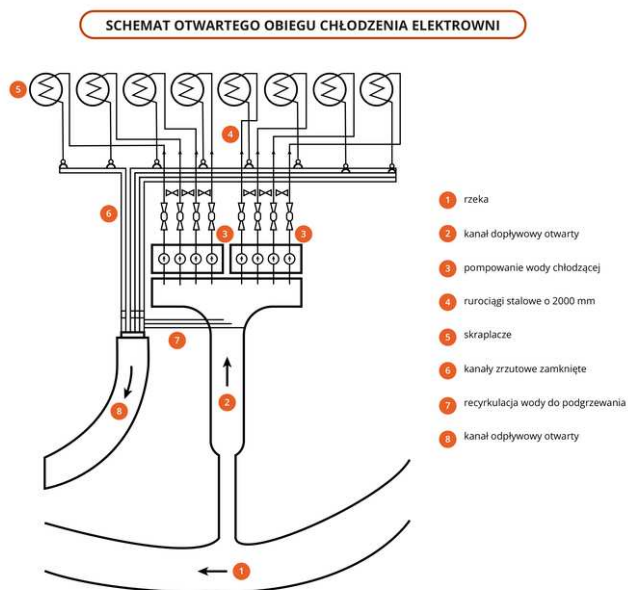
Elektrownie muszą posiadać stałe źródło wody, takie jak chociażby rzeki, jeziora, morza, studnie głębinowe czy tzw. układy odwodnienia kopalni. Rozmiar stosowanego przez elektrownie źródła wody w stosunku do ich realnego na nią zapotrzebowania determinuje rodzaj wykorzystywanego układu wody chłodzącej.

Układy wody chłodzącej dzielą się więc na **obiegi otwarte**, nazywane też przepływowymi, oraz **obiegi zamknięte**.

Działanie otwartych obiegów chłodzenia

Działanie otwartych obiegów chłodzenia opiera się na pobieraniu wody bezpośrednio z pokaźnego zbiornika wodnego. Woda po przebyciu drogi przez skraplacze turbin powraca do swojego źródła (z powrotem do zbiornika), zawsze poniżej jego ujęcia. W skład takiego obiegu wchodzi:

odpowiednie ujęcie wody razem z szeregiem urządzeń do jej oczyszczania (mechanicznego), rurociągi bądź kanały odpływowe oraz dopływowe, pompownia bądź szereg pomp indywidualnych.



Rys. 36 - Schemat budowy i pracy otwartego obiegu chłodzenia elektrowni

Działanie zamkniętych obiegów

W przypadku zamkniętych układów chłodzenia woda chłodząca porusza się w obiegu: od pompy przez skraplacz i urządzenie chłodzące do pompy. Tak więc ciepło przejmowane przez wodę w skraplaczu uchodzi bezpośrednio do atmosfery w urządzeniu chłodzącym. W takim obiegu ilość wykorzystywanej wody jest stała (odliczając deficyty wynikające z jej parowania).

Aby układ ten pracował prawidłowo, niezbędne jest odpowiednie schłodzenie wody w urządzeniu chłodzącym, gdyż przyrost temperatury wody w skraplaczu musi zawsze równoważyć się ze spadkiem temperatury wody w urządzeniu chłodzącym.

Jako urządzenia chłodzące wykorzystuje się powszechnie tzw. zbiorniki chłodzące, baseny lub stawy rozpryskowe, chłodnie kominowe oraz chłodnie wentylatorowe.

Chłodnie kominowe i chłodnie wentylatorowe

Chłodnie kominowe i chłodnie wentylatorowe to obecnie dwa najczęściej wykorzystywane urządzenia chłodzące w obiegach

zamkniętych chłodzenia. Zasadniczo są to tzw. chłodnie atmosferyczne posiadające ciąg naturalny lub sztuczny.

Do najważniejszych elementów każdej tego typu chłodni należą:

- urządzenie przeznaczone do rozprowadzania wody, zwane wodorozdziałem;
- zraszalnik;
- zbiornik wody umieszczony pod zraszalnikiem;
- komin – w przypadku chłodni kominowych oraz wentylator – w przypadku chłodni wentylatorowych;
- eliminator kropelek wody.

Ze względu na występujący typ zraszalnika chłodnie dzieli się na:

- rozpryskowe;
- ociekowe;
- mieszane.

Ze względu na kształt występującej powłoki chłodnie dzieli się na:

- walcowe;
- stożkowe;
- hiperboloidalne.

<p>Chłodnia kominowa</p><p>Rys. 37 - Ogólny schemat budowy chłodni kominowej.</p><p>Chłodnia kominowa</p><p>Chłodnia wentylatorowa</p><p>Rys. 38 - Ogólny schemat budowy chłodni wentylatorowej. </p><p>Chłodnia wentylatorowa</p>

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, *Procesy w układach przetwarzania energii*, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

4. Elektrociepłownictwo alternatywne, wykorzystujące pompownie ciepła sprężarkowe i sorpcyjne

Spis treści

4. Elektrociepłownictwo alternatywne, wykorzystujące pompownie ciepła sprężarkowe i sorpcyjne

Schemat centrali wentylacyjnej wyposażonej w sprężarkową pompę ciepła

Podstawowe zasady działania pompy ciepła

Podstawowe rodzaje pomp ciepła

Sprężarkowe

4. Elektrociepłownictwo alternatywne, wykorzystujące pompownie ciepła sprężarkowe i sorpcyjne

Energia cieplna może być również pozyskiwana z alternatywnych źródeł. W lokalnych gruntach, w powietrzu oraz w wodzie są jej olbrzymie ilości. Jeżeli jej potencjał energetyczny zostanie odpowiednio podniesiony na znacznie wyższy poziom temperatury, może zostać efektywnie wykorzystana w elektrociepłownictwie.

Efekt taki można uzyskać dzięki **pompom cieplnym**. Urządzenia te pobierają niskotemperaturowe źródła ciepła (tzw. źródło dolne) i transportują je do źródła wysokotemperaturowego (tzw. źródło górne). Żeby proces ten mógł zaistnieć, należy doprowadzić energię z zewnątrz danego układu.

Funkcjonowanie tego typu procesu ilustruje **typowy schemat centrali wentylacyjnej wyposażonej w sprężarkową pompę ciepła**

Schemat centrali wentylacyjnej wyposażonej w sprężarkową pompę ciepła

Rys. 39

Podstawowe zasady działania pompy ciepła

Tego typu pompa działa dzięki przemianom fazowym czynnika roboczego (krążącego w jej wnętrzu), który odparowuje przy niskiej temperaturze oraz skrapla się przy temperaturze wysokiej. Co istotne, pompa ciepła (w przeciwieństwie do urządzeń ziębniczych) funkcjonuje w oparciu o ciepło oddawane przy wysokiej temperaturze.

Pompy ciepła przepompowują ciepło z jednego miejsca do drugiego, dlatego urządzenia te zarówno chłodzą, jak i ogrzewają. W przypadku chłodzenia mówi się o tzw. urządzeniach ziębniczych (np. lodówki, chłodziarki), natomiast jeśli głównym zadaniem pompy jest ocieplanie, nazywa się ją właśnie pompą ciepła.

Rys. 40

Podstawowe rodzaje pomp ciepła

Sprężarkowe

Sprężarkowe, czyli najczęściej wykorzystywane obecnie pompy ciepła. Ich centralną częścią jest sprężarka mechaniczna, która jest nośnikiem pracy napędzającym cały układ. Tego typu urządzenia charakteryzują się przejrzystą konstrukcją oraz względnie wysoką efektywnością energetyczną. Do jej niewątpliwych wad zaliczyć należy zależność od dostaw energii elektrycznej (dużych jej ilości) oraz szybkie zużywanie się części mechanicznych sprężarki.

Rys. 41

Sorpcyjne

Sorpcyjne, wykorzystywane najczęściej podczas pozyskiwania energii odpadowej, są więc stosowane zdecydowanie rzadziej od sprężarkowych pomp ciepła. Urządzenia te są praktycznie bezawaryjne, gdyż nie posiadają części ruchomych, co powoduje również cichą pracę całego układu.

Pompy sorpcyjne dzielą się na: absorpcyjne pompy ciepła, transformatory ciepła oraz resorpcyjne pompy ciepła.

Rys. 42

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, *Procesy w układach przetwarzania energii*, licencja: CC BY-SA 3.0.

Stacja przygotowania wody z wymiennikiem jonowymiennym

[Powrót do spisu treści](#)

5. Proces elektrociepłowni gazowej z kotłem odzysknicowym wodnym, częścią parową zasilającą parową sieć energetyczną

Spis treści

5. Proces elektrociepłowni gazowej z kotłem odzysknicowym wodnym, częścią parową zasilającą parową sieć energetyczną

Schemat instalacji kotła odzysknicowego współpracującego z blokiem elektrociepłowni

Przykładowy schemat kotła wodnego odzysknicowego

Ogólny schemat procesu elektrociepłowni gazowej z kotłem odzysknicowym wodnym

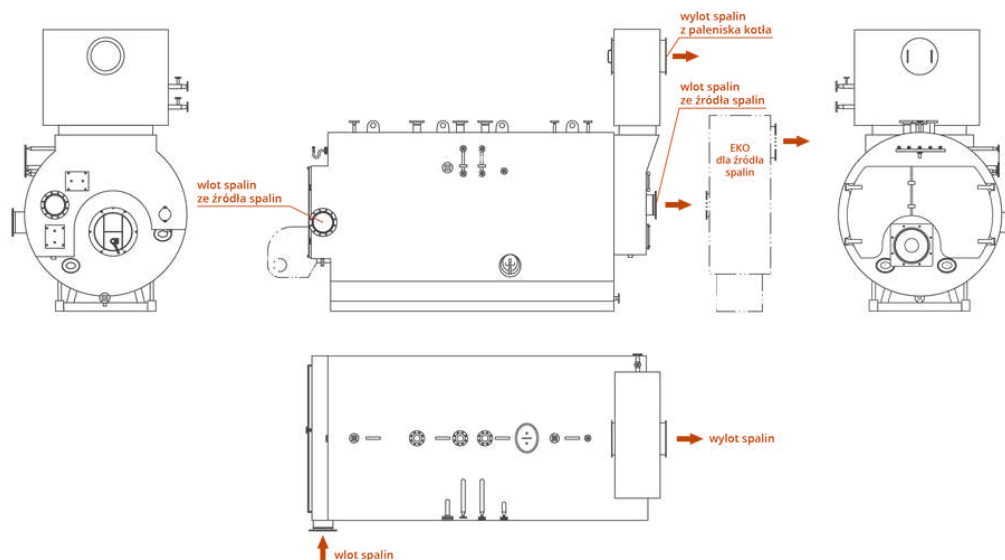
5. Proces elektrociepłowni gazowej z kotłem odzysknicowym wodnym, częścią parową zasilającą parową sieć energetyczną

Obecnie wiele światowych elektrociepłowni o średniej mocy (do ok. 20 MW) do produkcji energii cieplnej oraz elektrycznej wykorzystuje turbinę gazową, której spaliny wylotowe ogrzewają wodny kocioł odzysknicowy. Tego typu instalacja określana jest jako „turbina gazowa z odzyskiem ciepła”. W pokazniejszych instalacjach dużo częściej stosuje się parowe kotły odzysknicowe, co pozwala generować dodatkowy strumień energii elektrycznej (dzięki dołączeniu do układu instalacji turbiny parowej). Dlatego elektrociepłownie wyposażone tylko w wodny kocioł odzysknicowy generują zdecydowanie mniej energii elektrycznej. Kotły odzysknicowe funkcjonują dzięki wytwarzanym przez turbinę gazową – rozgrzanym spalinom, które poprzez układy rur przekazują energię ciepłą wodzie usytuowanej w korpusie kotła. W kotłach odzysknicowych montowane są kolektory spalin (po wylotowej oraz wlotowej stronie) posiadające otwory wyczystkowe wraz z przyłączonymi do nich – przewodami spalin. Żeby skutecznie magazynować ciepło, kotły tego typu wyposażone są w odpowiednio grubą warstwę izolacyjną pokrytą blaszanym płaszczem.

Schemat instalacji kotła odzysknicowego współpracującego z blokiem elektrociepłowni

Rys. 42 - Schemat instalacji kotła odzysknicowego współpracującego z blokiem elektrociepłowni

Przykładowy schemat kotła wodnego odzysknicowego



Rys. 43 - Przykładowy schemat kotła wodnego odzysknicowego

Ogólny schemat procesu elektrociepłowni gazowej z kotłem odzysknicowym wodnym

Rys. 44 - Ogólny schemat procesu elektrociepłowni gazowej z kotłem odzysknicowym wodnym

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, *Procesy w układach przetwarzania energii*, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

6. Proces elektrociepłowni z turbiną parową i kotłem opalanym paliwem stałym

Spis treści

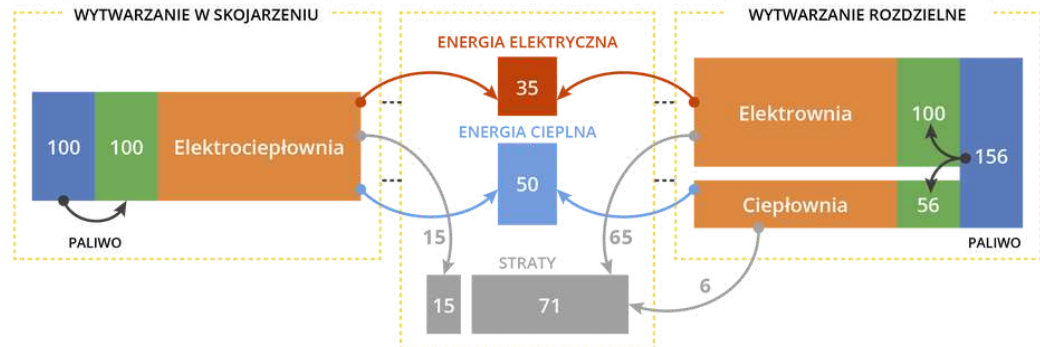
6. Proces elektrociepłowni z turbiną parową i kotłem opalanym paliwem stałym.

Schemat działania elektrociepłowni

6. Proces elektrociepłowni z turbiną parową i kotłem opalanym paliwem stałym.

Zasada działania elektrociepłowni jest podobna jak elektrowni, która różni się sposobem wykorzystania ciepła odbieranego od pary wodnej w

skraplaczu. W elektrowni 65% ciepła wytwarzanego przez paliwo nie jest dalej wykorzystywane, zaś w elektrociepłowni ciepło zgromadzone w skraplaczu trafia do sieci ciepłowniczej i wykorzystywane jest do przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz ogrzewania pomieszczeń. Elektrownia i ciepłownia w jednym układzie technologicznym pozwala lepiej wykorzystać paliwa stałe oraz zmniejszyć zanieczyszczenie środowiska naturalnego.



Rys. 45 - Wykres Sankeya przedstawiający efektywność wykorzystania paliwa w produkcji skojarzonej oraz rozdzielonej

Schemat działania elektrociepłowni

W elektrociepłowni energia ze spalania paliwa stałego służy do podgrzewania wody w kotle, natomiast wytworzona para wodna napędza łopatkę turbiny parowej. Energia mechaniczna, która powstała w połączonym wałem z turbiną generatorze prądu (tzw. turbozespół) jest przetwarzana na energię elektryczną, która za pomocą zespołu transformatorów utrzymuje napięcie na odpowiednim poziomie dla sieci energetycznej. Para po opuszczeniu turbiny jest skraplana i wraca do kotła. Nadwyżka wytworzonego ciepła trafia do chłodni kominowej. Woda w systemach ciepłowniczych musi zawierać odpowiedni skład, dlatego jest oczyszczana i demineralizowana, aby uniknąć osadzania się kamienia kotłowego. W celu zabezpieczenia urządzeń ciepłowniczych elektrownie są wyposażone w stację uzdatniania wody oraz laboratorium.

Rys. 46 - Schemat działania elektrociepłowni

7. Proces zasilania lokalnej sieci przemysłowej parą technologiczną

Spis treści

7. Proces zasilania lokalnej sieci przemysłowej parą technologiczną

Przepływ czynnika grzejnego

Rodzaje pary

Montowanie przewodów parowych

Instalacje parowe

7. Proces zasilania lokalnej sieci przemysłowej parą technologiczną

Parę technologiczną wykorzystuje się bezpośrednio w procesie przemysłowym. Jest ona nośnikiem ciepła. Często dostarcza je przy gotowaniu, odparowywaniu, destylacji lub w reakcjach endotermicznych (pochłaniających ciepło z otoczenia); może też być źródłem ciepła w procesie suszenia.

W Polsce ogrzewanie parowe stosuje się głównie w pomieszczeniach przemysłowych. Ta technologia ma wiele zalet, do których należy zaliczyć:

- fakt, że para ma mniejszy ciężar właściwy niż woda sprawia, że ciśnienie hydrostatyczne jest niższe, a to istotne dla ogrzewania wysokich budynków;
- duże ciepło parowania wody umożliwia przenoszenie większej ilości ciepła, ponieważ para wypełnia całą powierzchnię grzejnika;
- czynnik grzejny na przesyle nie ulega wychłodzeniu, ponieważ straty ciepła między jego źródłem a odbiornikiem zostają pokryte dzięki wykropleniu pary;
- tego typu instalacje szybko się uruchamiają i wyłączają, bo ich bezwładność cieplna jest niewielka;
- nie trzeba montować dodatkowych urządzeń, które przetłaczają czynnik grzejny.

Nie jest też wolna od wad:

- powierzchnie grzejne osiągają wysoką temperaturę; instalacje ulegają korozji, co zmniejsza ich trwałość;
- nie da się centralnie regulować jakościowej wydajności cieplnej instalacji; straty ciepła na przesyle pary są znaczne;
- średnice przewodów parowych są duże;

- należy spełnić wiele zasad związanych z prowadzeniem przewodów parowych i kondensatowych;
- ceny armatury są wysokie.

Przepływ czynnika grzejnego

Przepływ czynnika grzejnego między źródłem ciepła a grzejnikami zostaje wywołany przez różnicę ciśnień, jakie panują w źródle ciepła i odbiorniku. Proces zasilania lokalnej sieci przemysłowej parą technologiczną przebiega następująco:

- wysokie ciśnienie sprawia, że woda odparowuje,
- powstaje sprężona para wodna, która podlega rozprężeniu w turbinie,
- para wodna dostarcza energię mechaniczną oraz elektryczną za pośrednictwem prądnic,
- po skropleniu pary wodnej pompy zasilające odprowadzają wodę do parowników.

Do tego procesu można wykorzystywać nie tylko wodę, ale także odparowane oleje organiczne. Najczęściej jednak wybiera się wodę, a to ze względu na jej dostępność i niską cenę, to, że jest ona nietoksyczna i niepalna, a jej zastosowanie jest dobrze przebadane. Co więcej, użytą do procesu wodę można wykorzystać ponownie.

Rozróżnia się dwa typy ogrzewania parowego zależnie od połączenia z atmosferą:

- ogrzewanie parowe otwarte,
- ogrzewanie parowe zamknięte.

Rozróżnia się trzy typy ogrzewania zależnie od ciśnienia pary, jaka jest wytwarzana w źródle ciepła:

- ogrzewanie wysokoprężne – gdy nadciśnienie wynosi powyżej 0,7 bara;
- ogrzewanie niskoprężne – gdy nadciśnienie wynosi poniżej 0,7 bara;
- ogrzewanie podciśnieniowe (próżniowe) – gdy ciśnienie mieści się między 0 a 1 bar abs.

Rodzaje pary

Wykorzystywać można parę energetyczną lub czystą. Każda z nich ma odrębne zastosowania, a także dotyczą ich różne wymagania i ograniczenia.

Para energetyczna – nie dotyczą jej wymagania względem czystości, stosuje się ją w procesach technologicznych. Produkuje się ją w urządzeniach ze stali czarnej, może zawierać zanieczyszczenia różnego rodzaju: produkty korozji, środki czyszczące, antykorozyjne lub inne chemiczne. Wykorzystuje się ją do ogrzewania, **naparzania** (np. betonu), suszenia drewna lub wulkanizacji.

Para czysta technologiczna – wykorzystuje się ją w technologiach, które wymagają określonego poziomu czystości w podstawowym zakresie, takich jak pralnie, przemysł lekki, wyrabianie tworzyw sztucznych. Produkuje się ją w urządzeniach, które eliminują ryzyko zabrudzenia lub zabarwienia pary. Może ona jednak zawierać pewne nieszkodliwe środki chemiczne.

Para czysta do żywności – stosowana jest w technologiach, które wymagają czystości spożywczej, a więc takich, w których dochodzi do kontaktu z żywnością. Zawiera substancje klasyfikowane jako dodatek do żywności. Stosuje się ją do parowania żywności oraz paszy, pasteryzowania wyrobów spożywczych, a także do czyszczenia opakowań i zbiorników na żywność.

Para czysta do sterylizacji – wykorzystuje się ją w technologiach, które mają najwyższe wymagania pod względem czystości, czyli w medycynie, farmacji oraz biotechnologii. Stosowana jest do sterylizowania narzędzi i urządzeń sanitarnych, a także opakowań specjalnej żywności.

Montowanie przewodów parowych

Przewody parowe należy prowadzić powyżej linii ciśnień, ze spadkiem w kierunku przepływu pary, pamiętając o odwodnieniu przewodów (w przewodnikach dochodzi do skraplania **kondensatu**). Odstępy pomiędzy **odwadniaczami** w przewodach parowych nieizolowanych nie powinny być większe niż 15-30 m. Takie przewody stosuje się jednak tylko w ogrzewanych pomieszczeniach, najczęściej wykorzystuje się izolację – wtedy odległość między odwadniaczami powinna wynosić max 20-50 m.

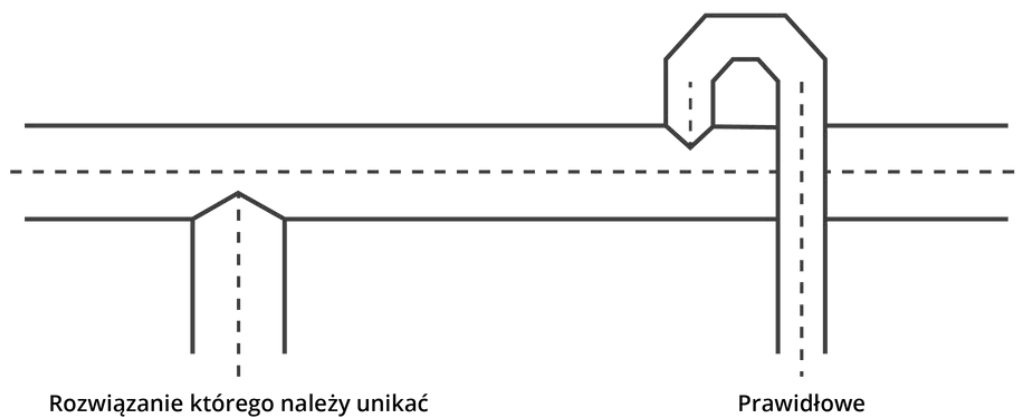
Instalacje parowe

Instalację parową można przeprowadzić z rozdziałem górnym bądź dolnym. Rozdział górny oznacza, że przewody rozprowadzające czynnik grzewczy znajdują się powyżej grzejników. W tym przypadku podłącza się odwodnienie przewodów parowych przez odwadniacz do przewodów kondensatowych pionów.

Nie należy odwadniać przewodów poziomych przez piony zasilające grzejniki, a wykonać odejście pionu od przewodu rozprowadzającego w górnej jego części. Od dołu podłączać można tylko piony o małym obciążeniu cieplnym. Prawidłową instalację ilustruje grafika.

Podczas podłączania grzejników instalacji parowej należy pamiętać o zachowaniu następujących zasad:

- dbanie o to, by kondensat z przewodów parowych nie spływał do grzejnika,
- w przypadku zamknięcia zaworu grzejnikowego dbanie o to, by kondensat nie gromadził się przed nim,
- należy zachować spadek w kierunku kotła w poprowadzeniu przewodu kondensatowego.



Rys. 49

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, *Procesy w układach przetwarzania energii*, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

8. Proces kogeneracyjny z wykorzystaniem silnika tłokowego opalanego paliwem ciekłym i gazowym

Spis treści

8. Proces kogeneracyjny z wykorzystaniem silnika tłokowego opalanego paliwem ciekłym i gazowym.

Silnik tłokowy

Budowa silnika tłokowego

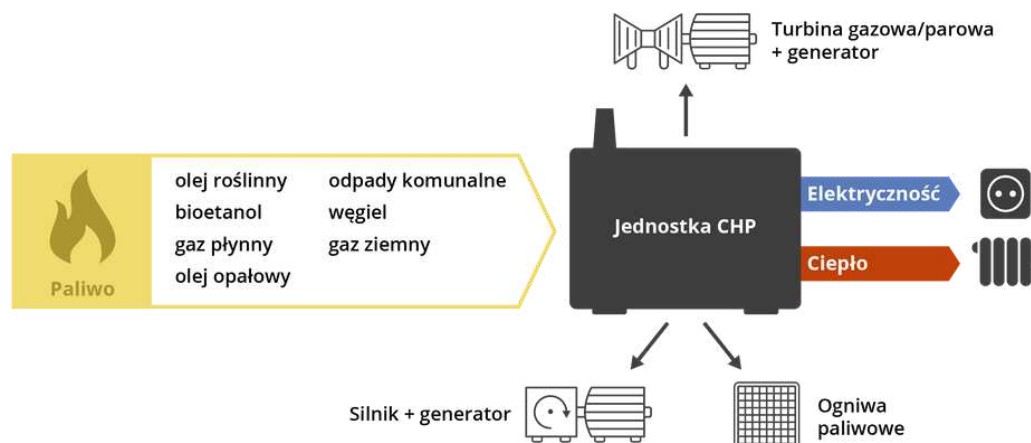
Schemat procesu kogeneracji z odzyskiwaniem energii przy użyciu wody

Schemat odzyskiwania energii z użyciem wody chłodzącej i silnika smarowego

8. Proces kogeneracyjny z wykorzystaniem silnika tłokowego opalanego paliwem ciekłym i gazowym.

Kogeneracja (skojarzona gospodarka energetyczna) to proces jednoczesnego wytwarzanie energii elektrycznej i energetycznej przy równoczesnym użyciu odzyskanej energii odpadowej. Proces ten określa się skrótem **CHP** (z języka angielskiego: *Combined Heat and Power* – połączone ciepło i energia).

Kogeneracja jest uważana za istotny czynnik transformacji energetycznej (tuż obok odnawialnych źródeł energii). Połączenie ciepła i elektryczności pozwala odzyskać energię cieplną utraconą podczas wytwarzania energii. Stanowi to przeciwieństwo konwencjonalnych systemów, w których ciepło jest po prostu przekazywane do otoczenia. Jednoczesna produkcja energii w dwóch postaciach zazwyczaj powoduje wzrost wydajności systemów energetycznych z 45% do około 70%.



Rys. 50

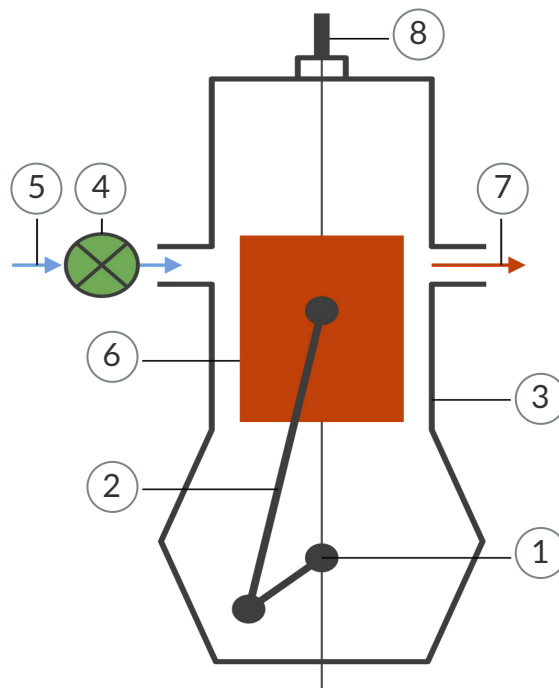
Silnik tłokowy

Silnik tłokowy to silnik cieplny, w którym paliwo spala się bezpośrednio w wewnętrznej komorze spalania, pozwalając na zmianę energii cieplnej spalanego paliwa na pracę mechaniczną. Podczas spalania powstające w komorze opary rozprężają się i wypychają tłok. Energia mechaniczna

powstała w trakcie ruchu wału tłoka jest przenoszona do koła zamachowego, a następnie dzięki generatorowi prądu przemiennego zostaje przetworzona w energię elektryczną.

Rys. 51 - Schemat działania czterosuwowego silnika tłokowego

Budowa silnika tłokowego



1

wałek

2

mechanizm tłokowy

3

cylinder

4

pompa

5

paliwo

6

tłok

7

produkty spalania

8

świeca zapłonowa

Rys. 52 - Silnik tłokowy dwusuwowy

Schemat procesu kogeneracji z odzyskiwaniem energii przy użyciu wody

W większości przypadków elektrociepłownie stosują tłokowe silniki spalinowe oparte na cyklu Otta, wykorzystując gaz (ziemny lub biogaz) lub parujące szybko paliwo płynne (benzyna, propan).

Najczęstszym przykładem kogeneracji jest odzyskiwanie energii cieplnej wytworzonej podczas pracy silników spalinowych. W tym celu używa się kotłów odzysknicowych. Są to rodzaje kotłów parowych wykorzystujących ciepło z gazów wylotowych z silnika tłokowego do podgrzania wody i wytworzenia pary wodnej. Para wodna jest następnie użytkowana w różnych procesach technologicznym (np. do zasilania sieci ciepłowniczej lub klimatyzacji).

Rys. 53 - Schemat procesu kogeneracji z odzyskiwaniem energii przy użyciu wod

Schemat odzyskiwania energii z użyciem wody chłodzącej i silnika smarowego

Do odzyskania energii powstałej w trakcie pracy silnika tłokowego można wykorzystać wodę chłodzącą, spaliny i olej smarowy.

Energia spalin może być wykorzystana do produkcji gorącej pary wodnej. Spaliny ponadto mogą być bezpośrednio lub pośrednio (poprzez wymienniki ciepła) użyte w różnych procesach technologicznych (np. podczas suszenia).

Rys. 54 - Schemat odzyskiwania energii z użyciem wody chłodzącej i silnika smarowego

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, *Procesy w układach przetwarzania energii*, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

9. Proces trójgeneracyjny z instalacją wody lodowej

Spis treści

- 9. Proces trójgeneracyjny z instalacją wody lodowej**
 - Zasada działania agregatów absorpcyjnych**
 - Budowa układu absorpcyjnego**
 - Schemat działania układu absorpcyjnego**

9. Proces trójgeneracyjny z instalacją wody lodowej

Trójgeneracja to produkcja energii cieplnej, elektrycznej lub mechanicznej oraz chłodu użytkowego w skojarzonym procesie technologicznym. Układy skojarzone są bardzo oszczędne energetycznie, ponieważ pozwalają na zmniejszenie ilości i kosztu energii pobieranej pierwotnie, potrzebnej np. do wytworzenia chłodu.

W skład systemu trójgeneracyjnego wchodzi moduł produkujący energię elektryczną, np. z gazu ziemnego lub biomasy, oraz agregat absorpcyjny.

Wytwarzane w procesie spalania ciepło, zazwyczaj traktowane jako produkt odpadowy, w układzie trójgeneracji jest przekazywane do agregatu absorpcyjnego. Agregat wykorzystuje energię cieplną do produkcji chłodu na potrzeby procesów technologicznych lub klimatyzacji. W ten sposób w jednym procesie otrzymuje się energię elektryczną, ciepłą oraz chłód.

W porównaniu do zużycia energii przy oddzielnych procesach o tej samej wydajności zużycie energii w procesie trójgeneracyjnym może być niższe nawet o jedną trzecią.

Jedną z dziedzin przemysłu, w których najczęściej wykorzystuje się systemy trójgeneracyjne, jest energociepłownictwo. W tym przypadku energią zasilającą agregaty absorpcyjne jest np. ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej.

Zasada działania agregatów absorpcyjnych

Agregat absorpcyjny działa dzięki wykorzystaniu następujących procesów fizycznych: wrzenia i odparowania czynnika chłodniczego oraz zależności temperatury wrzenia od ciśnienia. Przy normalnym ciśnieniu, wynoszącym 1013 hPa, woda wrze w temperaturze $+100^{\circ}\text{C}$. Jeśli jednak ciśnienie będzie niższe, spadnie też temperatura wrzenia wody. Na przykład przy ciśnieniu 860 Pa woda wrze w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$. Aby woda mogła się stać czynnikiem chłodniczym, w agregacie absorpcyjnym utrzymuje się warunki bliskie próżni. W tym celu wykorzystuje się proces absorpcji pary czynnika chłodniczego.

Czynnikiem chłodniczym (absorbentem) może być roztwór bromku litu, który ma wysoką zdolność wchłaniania wody. Efektem stale przebiegającego procesu skraplania i parowania czynnika chłodniczego w agregacie absorpcyjnym jest przekazywanie ciepła.

Budowa układu absorpcyjnego

Układ absorpcyjny składa się z:

- dwóch zbiorników o różnych ciśnieniach,
- czterech wymienników ciepła – parownika i absorbera w części o niższym ciśnieniu oraz skraplacza i generatora w części o wyższym ciśnieniu.

Energia cieplna (pochodząca np. z gorącej wody) trafia do agregatu absorpcyjnego i powoduje odparowanie czynnika chłodniczego (wody) ze stężonego roztworu bromku litu. Później czynnik chłodniczy w postaci pary jest kierowany do skraplacza, a po skropleniu płynie do parownika jako woda chłodnicza. W parowniku woda wrze, a następnie odparowuje. Ciśnienie jest tam stale utrzymywane na niskim poziomie (ok. 860 Pa), dzięki czemu odparowanie wody następuje już w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$. W tym samym procesie woda obiegowa, krążąca np. w instalacji klimatyzacyjnej, jest ochładzana. Następnie para wodna jest ponownie absorbowana przez roztwór bromku litu i nasycony parą roztwór trafia do generatora. Tam czynnik chłodniczy (woda) odparowuje jeszcze raz pod wpływem energii cieplnej dostarczonej z zewnątrz. Stężony roztwór bromku litu płynie z powrotem do absorbera. Cały proces rozpoczyna się od początku.

Korzyści wynikające z zastosowania układu skojarzonego (trójgeneracji):

- zmniejszenie zapotrzebowania energetycznego,
- wsparcie pracy kotłowni w okresie grzewczym,
- brak konieczności instalowania agregatów chłodniczych dzięki wykorzystaniu absorpcyjnych agregatów wody lodowej.

Schemat działania układu absorpcyjnego

Rys. 55 - Schemat działania układu absorpcyjnego

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, *Procesy w układach przetwarzania energii*, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

10. Proces zasilania miejskiej sieci ciepłowniczej z jednym węzłem grupowym i dwoma węzłami – jedno- i dwufunkcyjnym oraz z jedną przepompownią

Spis treści

10. Proces zasilania miejskiej sieci ciepłowniczej z jednym węzłem grupowym i dwoma węzłami – jedno- i dwufunkcyjnym oraz z jedną przepompownią.

Wymienniki węzłów płaszczowo-rurowe
Wymienniki węzłów płytowe
Naczynie wzbiorcze

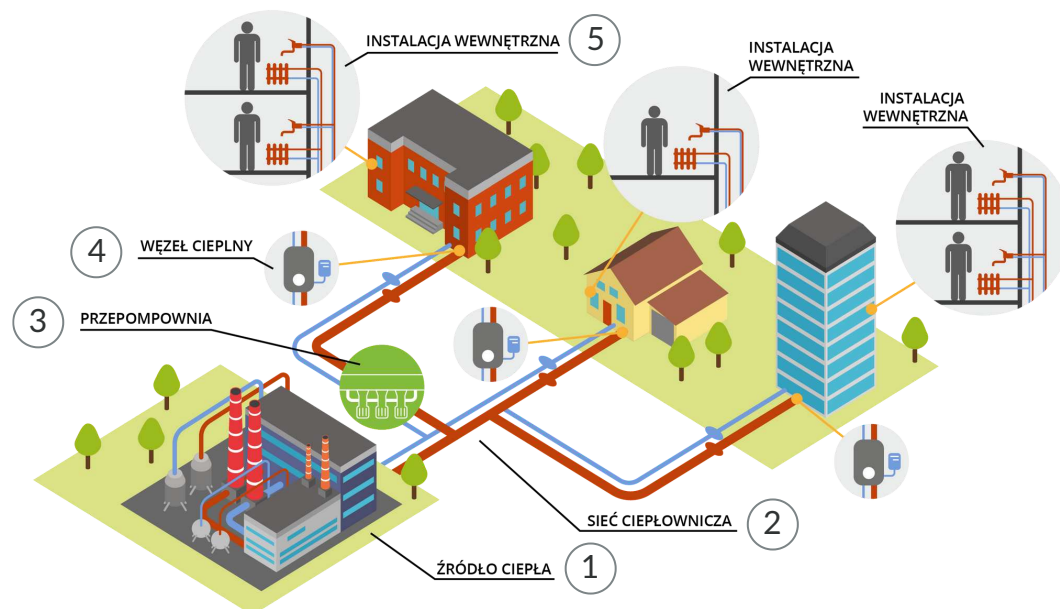
10. Proces zasilania miejskiej sieci ciepłowniczej z jednym węzłem grupowym i dwoma węzłami – jedno- i dwufunkcyjnym oraz z jedną przepompownią.

Dystrybucja ciepłej wody do odbiorców odbywa się za pomocą miejskiej sieci ciepłowniczej zasilanej przez ciepłownię lub elektrociepłownię. Sieć ciepłownicza składa się z połączonych ze sobą instalacji oraz rurociągów, które poprzez węzeł grupowy obsługują dużą ilość obiektów. Zewnętrzna sieć ciepłownicza jest połączona z instalacją wewnętrzną budynku za pomocą dwóch węzłów cieplnych: jednofunkcyjnego i dwufunkcyjnego.

- **Węzeł jednofunkcyjny** dostarcza ciepłą wodę wykorzystywaną tylko w układzie centralnego ogrzewania.
- **Węzeł dwufunkcyjny** dostarcza ciepłą wodę wykorzystywaną w układzie centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. Pracuje w układzie równoległym, kierując wodę z wymiennika centralnego ogrzewania, na wymiennik ciepłej wody użytkowej.

Woda zasilająca, po oddaniu ciepła instalacji wewnętrznej budynku, wraca do sieci ciepłowniczej w schłodzonej postaci i jest transportowana do źródła do ponownego podgrzania.

W celu zwiększenia wydajności przepływu ciepłej wody na sieci cieplnej buduje się przepompownię, które podnoszą ciśnienie dyspozycyjne, umożliwiając doprowadzenie czynnika o odpowiednich parametrach do najodleglejszych odbiorników sieci.



1

Miejsce wytwarzania ciepła.

2

Instalacja transportująca wodę.

3

Miejsce regulujące przepływ oraz ciśnienie wody.

4

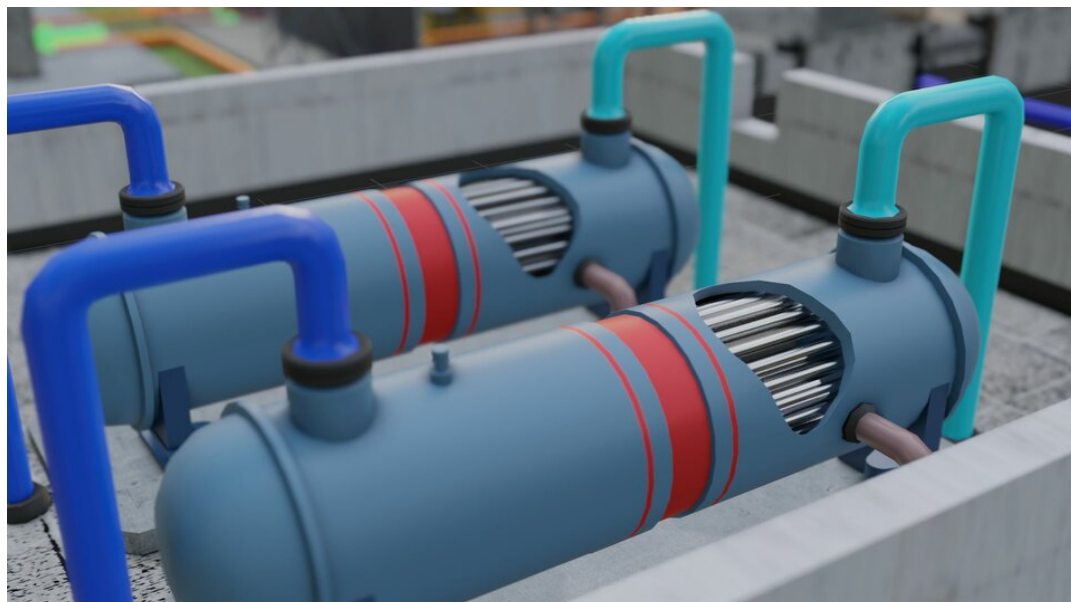
Instalacja sterująca ciepłem dostarczonym do budynku.

5

Urządzenia przesyłające ciepło wewnątrz budynku.

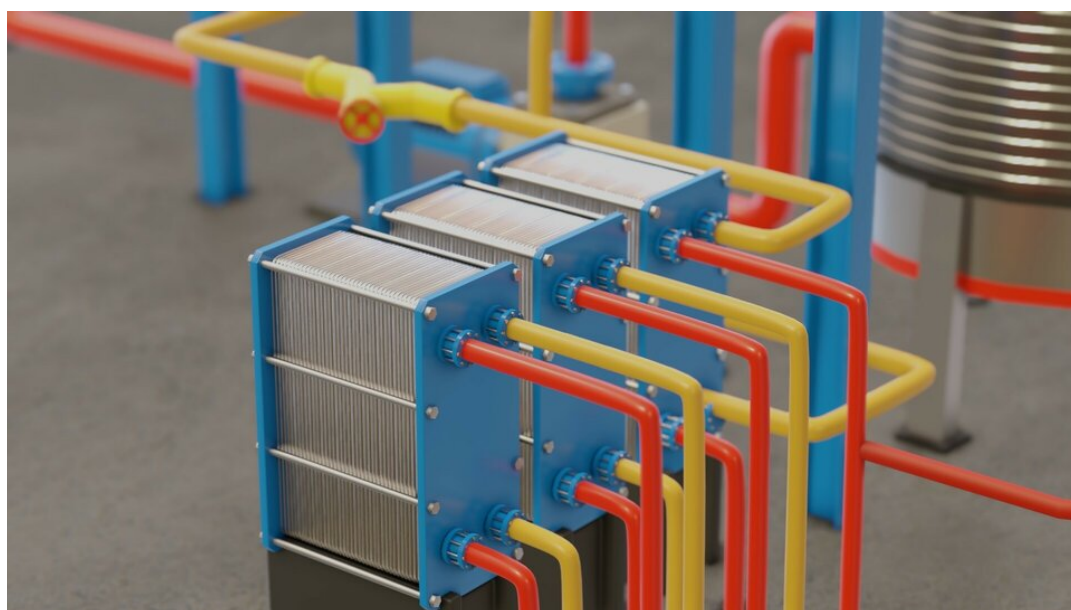
Rys. 56 - Schemat miejskiej sieci ciepłowniczej

Wymienniki węzłów płaszczowo-rurowe



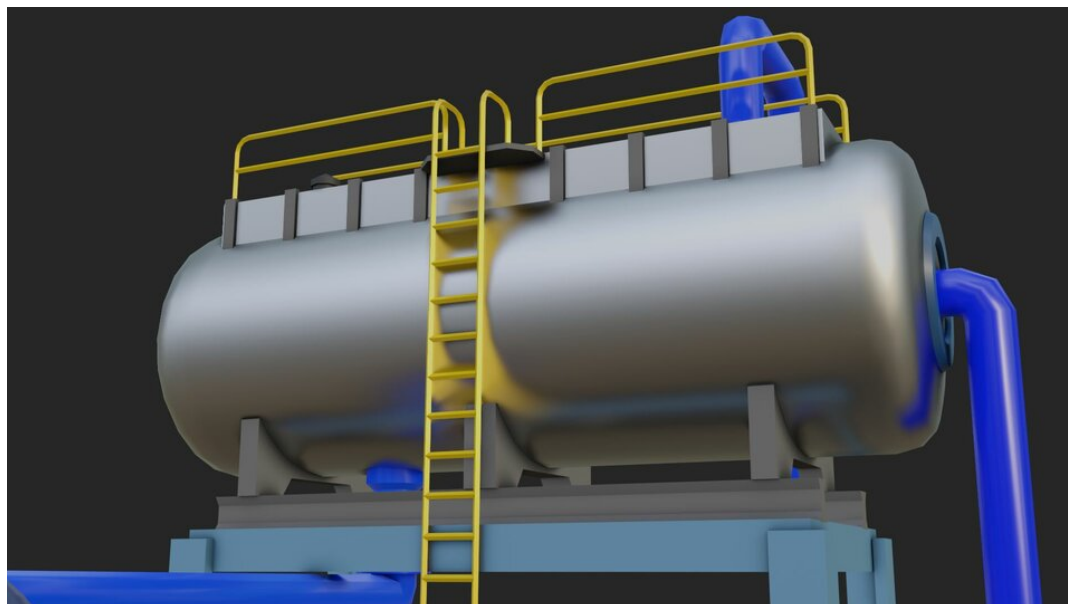
Rys. 57 - Wymienniki węzłów płaszczowo-rurowe

Wymienniki węzłów płytowe



Rys. 58 - Wymienniki węzłów płytowe

Naczynie zbiorcze



Rys. 59 - Naczynie wzbiorcze

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, *Procesy w układach przetwarzania energii*, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

11. Proces ciepłowni lub szczytowej części elektrociepłowni

Spis treści

11. Proces ciepłowni lub szczytowej części elektrociepłowni

Ze źródłem ciepła: kotłem wodnym opromienianym

Zasada działania elektrociepłowni

Kocioł opromieniany wodnorurkowy

Uproszczony przekrój kotła energetycznego parowego

Schemat działania elektrociepłowni z kotłem opromienianym

Ze źródłami ciepła: płomienicowo-płomieniówkowym na paliwo ciekłe i gazowe

Przykład konstrukcji kotła

Schemat zespołu kotłowego z kotłem parowym zasilanym gazem ziemnym

Schemat obiegu wody w rurach płomienicowych

Ze źródłem ciepła: kotłem wodnym elektrodowym

Kocioł elektrodowy wielofunkcyjny

Schemat wytwarzania gorącej wody w układzie z kotłem elektrodowym.

Węzeł przygotowania i podawania paliwa

Układ obiegu wody w kotle

Układ przygotowania i podawania powietrza do spalania

Układ pompowania wody sieciowej na wyjściu z ciepłowni

11. Proces ciepłowni lub szczytowej części elektrociepłowni

Ze źródłem ciepła: kotłem wodnym opromieniowanym

Ciepło sieciowe na największą skalę pozyskiwane jest z procesów produkcji prądu w elektrowniach lub elektrociepłowniach.

Uproszczony schemat takiego obiegu przedstawia rysunek poniżej:

Rys. 60

Zasada działania elektrociepłowni

Zasadę działania takiego układu po stronie elektrociepłowni przedstawia poniższy rysunek:

Rys. 61

Kocioł opromieniowany wodnorurkowy

Jednym z kotłów stosowanych w ciepłownictwie jako wodne lub parowe jest kocioł opromieniowany wodnorurkowy. W komorze paleniskowej takiego kotła powstaje bardzo wysoka temperatura i promieniowanie cieplne. Ściany komory spalania zabudowane są w układzie pionowych rur (przez które przepływa woda), aby lepiej uzyskiwać energię.

Pompa obiegowa w takim układzie jest kilka razy bardziej wydajna niż kocioł, co powoduje kilkukrotny obieg wody. Często kocioł opromieniowany jest wykonany z dwoma walczakami: dolnym wypełnionym wodą oraz górnym, w którym para jest oddzielana od wody. Następnie para jest odprowadzana do przegrzewacza i dalej do odbioru, a woda, uzupełniana wodą zasilającą z podgrzewacza, wraca do obiegu. Zadaniem przegrzewacza pary jest wytworzenie pary przegrzanej z pary nasyconej dopływającej z parownika.

Przegrzewacze mogą składać się z węzownic zestawionych z rur, komór, osprzętu i armatury. Przegrzewacze opromieniowane, przejmujące ciepło głównie drogą promieniowania, są instalowane na ścianach, suficie komory paleniskowej lub w górnej części nad palnikiem.

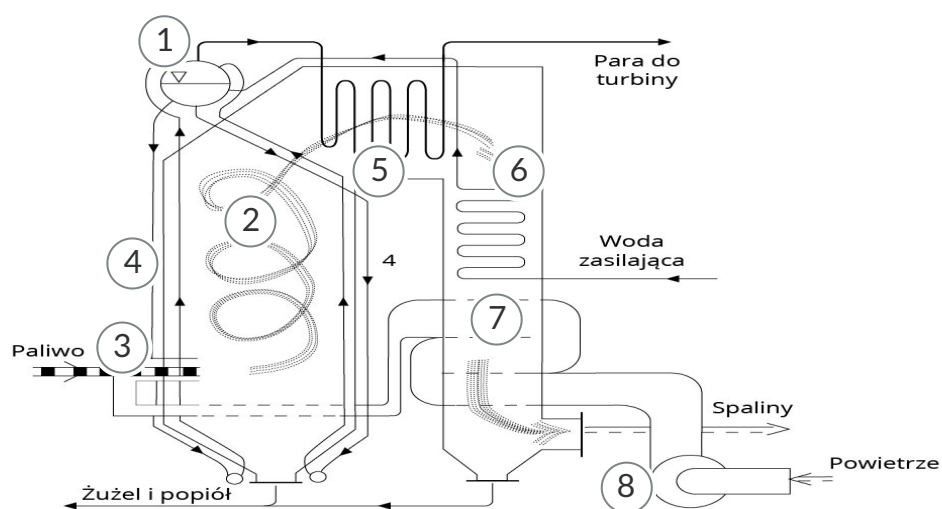
Przykładem kotła stosowanego w polskiej energetyce jest opromieniowany, dwuciągowy, jednowalczakowy, opalany pyłem węgla

kamiennego OP-650.

Podstawowe parametry kotła OP-650:

L.P	parametr pracy kotła	wartość	jednostka
1	wydajność maksymalna trwała	650	t/h
2	wydajność przy której osiąga się przegrzew pary pierwotnej 540°C	200	t/h
3	ciśnienie obliczeniowe kotła	16,1	MPa
4	ciśnienie robocze w walczaku	15,5	MPa
5	temperatura nasycenia w walczaku	343	°C
6	ciśnienie pary świeżej	13,7	t/h
7	temperatura pary świeżej za III° przegrzewacza grodziowego	540	°C
8	ciśnienie obliczeniowe przegrzewacza wtórnego	3,0	MPa
9	ciśnienie pary wtórnej za III° przegrzewacza konwekcyjnego	2,4	MPa
10	temperatura pary wtórnej za III° przegrzewacza konwekcyjnego	535	°C

Uproszczony przekrój kotła energetycznego parowego



1

walczak

2

komora paleniskowa

3

palniki

4

rury opadowe

5

przegrzewacz pary

6

przegrzewacz wody

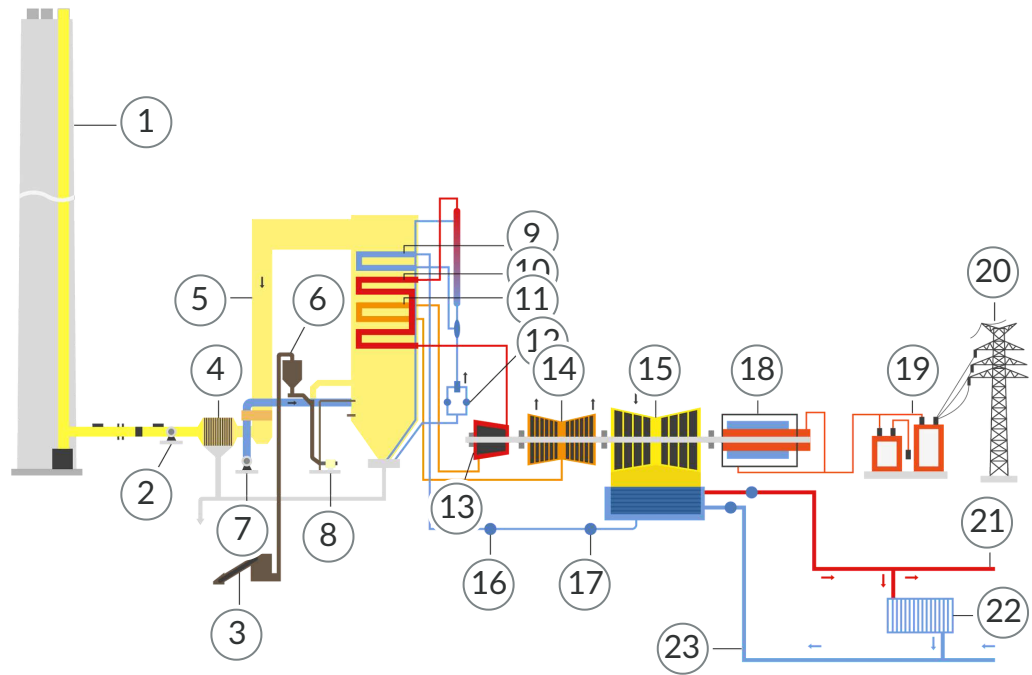
7

podgrzewacz powietrza

8

wentylator

Schemat działania elektrowni z kotłem opromieniowanym



1

komin

2

wentylator spalin

3

taśmociąg z węglem

4

elektrofiltr

5

kanał spalin

6

zasobnik węgla przykotłowy

7

wentylator powietrza

8

młyn wentylatorowy

9

podgrzewacz wody

10

podgrzewacz pary pierwotnej

11

podgrzewacz pary wtórnej

12

pompy cyrkulacyjne

13

turbina

stopień wysokiego ciśnienia

14

turbina

stopień średniego ciśnienia

15

turbina

stopień niskiego ciśnienia

16

pompa wody zasilającej

17

pompa kondensatu głównego

18

generator

19

transformator blokowy

20

linie energetyczne napowietrzne

21

sieć ciepłownicza

22

odbiorca ciepła

23

sieć ciepłownicza

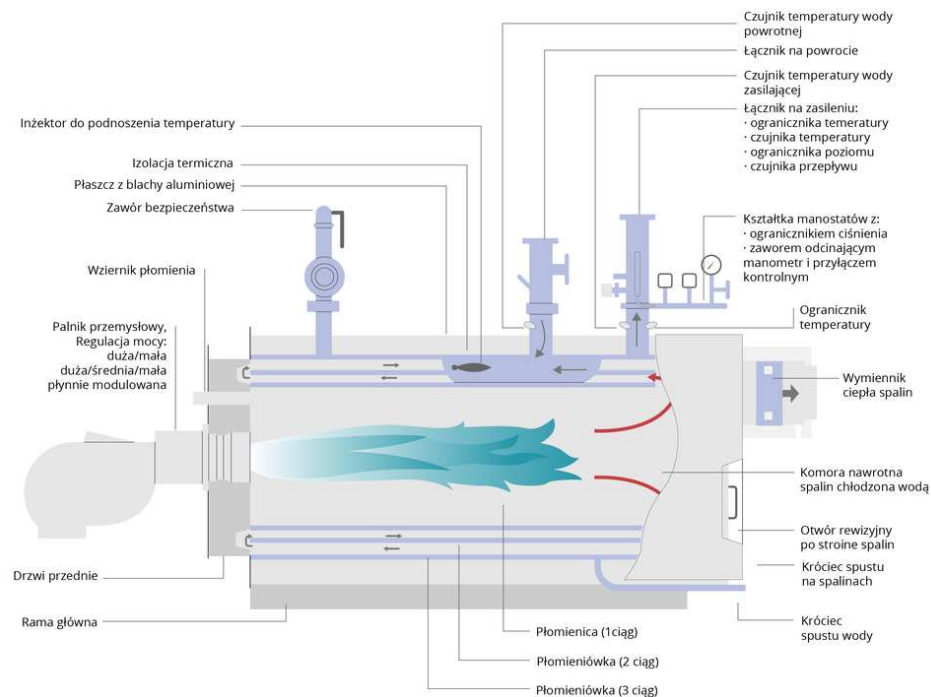
Rys. 63 - Schemat działania elektrociepłowni z kotłem opromieniowanym

Ze źródłami ciepła: płomienicowo-płomieniówkowym na paliwo ciekłe i gazowe

Kocioł płomienicowo-płomieniówkowy to typ kotła o dużej pojemności wodnej posiadający płomienicę przedłużoną płomieniówkami. Zamiast tylko części płomienicy o dużej średnicy zawiera dodatkowo wiązkę rur o mniejszych średnicach, tzw. płomieniówki. Dzięki takiej konstrukcji uzyskuje się większą powierzchnię wymiany ciepła (ogrzewalną) niż np. w kotle płomienicowym o tych samych rozmiarach walczaka. Spalanie w takim układzie zachodzi w krótkiej płomienicy, następnie gorące spaliny ogrzewają wodę, przechodząc przez płomieniówki.

Rys. 64 - Płomienica jest przewodem o dużej średnicy i gładkich lub falistych ściankach, stanowiąca komorę spalania, umieszczona jest w wodzie grzewczej i przez jej wnętrze przepływają spaliny.

Przykład konstrukcji kotła



Rys. 65 - Przykład konstrukcji kotła

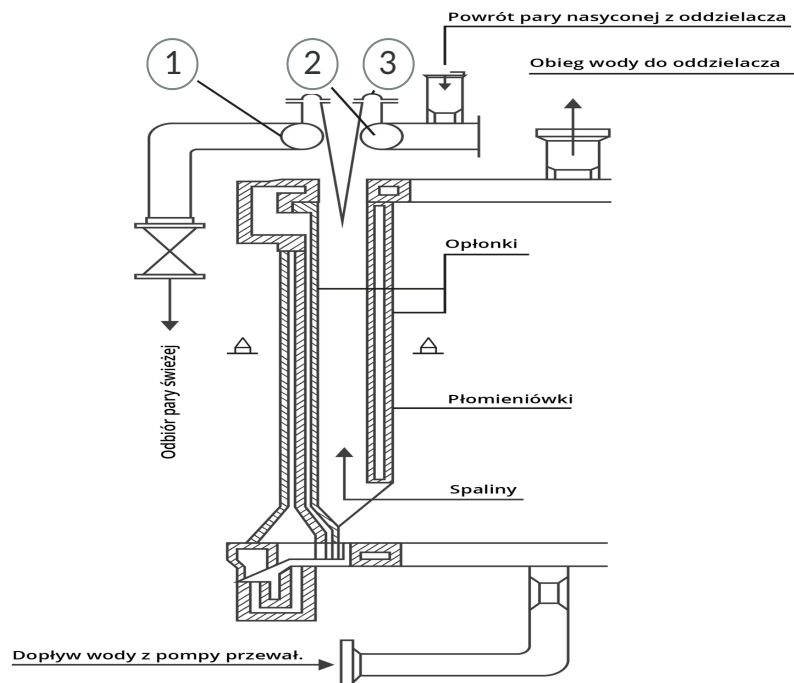
Schemat zespołu kotłowego z kotłem parowym zasilanym gazem ziemnym

1 - oddzielacz wody i pary,	9 - zbiornik kondensatu,
2 - pompa obiegowa,	10 - zespół ładujący,
3 - palnik gazowy,	11 - zbiornik i pompa olejowa,
4 - kocioł z paleniskiem,	12 - chłodnica olejowa,
5 - sito przed turbiną gazową,	13 - zawory bezpieczeństwa,
6 - podgrzewacz kondensatu,	14 - pierścień zbiorczy pary przegrzanej,
7 - odgazowywacz,	15 - pierścień zbiorczy pary nasyconej.
8 - pompa zasilająca kocioł,	

Rys. 66

Schemat obiegu wody w rurach płomienicowych

Schemat obiegu wody w rurach płomienicowych dla powyższego zespołu kotłowego obrazuje poniższy rysunek:



1

pierścień zbiorczy pary grzanej

2

pierścień zbiorczy pary nasyconej

3

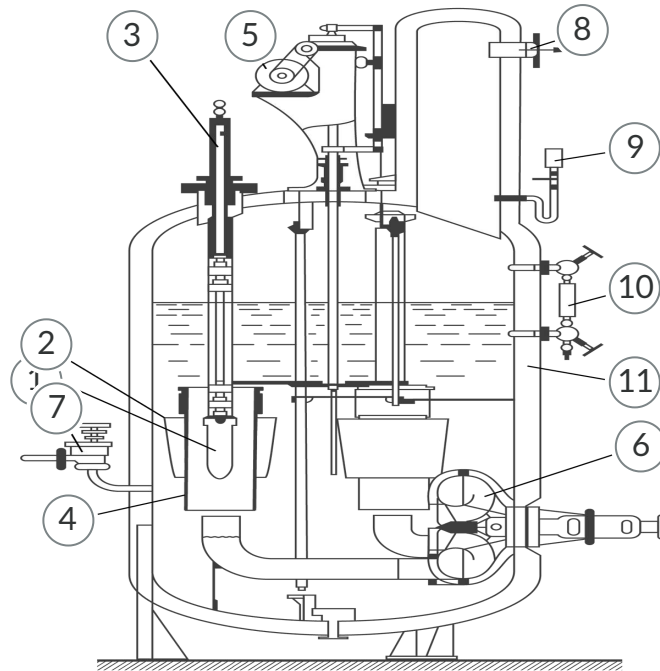
przegrzewacz pary

Rys. 67

Ze źródłem ciepła: kotłem wodnym elektrodowym

Kocioł elektrodowy to zbiornik z zainstalowanym układem elektrod, służących do nagrzewania wody wskutek przepływającego przez nie prądu. Służą one do nagrzewania wody do określonej temperatury (kotły wodne) lub ostatecznie do wytworzenia pary (kotły parowe). Kotły elektrodowe zasilamy napięciem przemiennym trójfazowym.

Poniżej przedstawiono szkic kotła parowego, w którym nagrzewanie wody odbywa się poprzez przepływ prądu pomiędzy **elektrodami** a **przeciwelektrodami** (elektrodami połączonymi z obudową, uziemieniem).



1

elektroda

2

przeciwelektroda

3

doprowadzenie zasilania

4

rura regulacyjna

5

silnik

6

pompa odśrodkowa

7

zawór dopływu wody

8

zawór wylotowy pary

9

manometr

10

wskaźnik poziomu wody

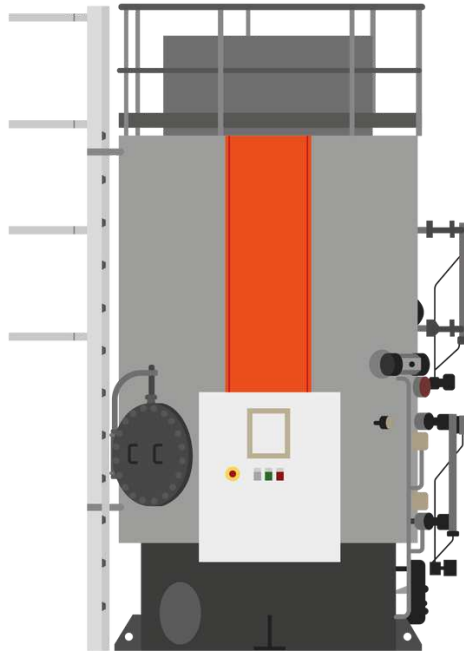
11

izolacja cieplna

Rys. 68

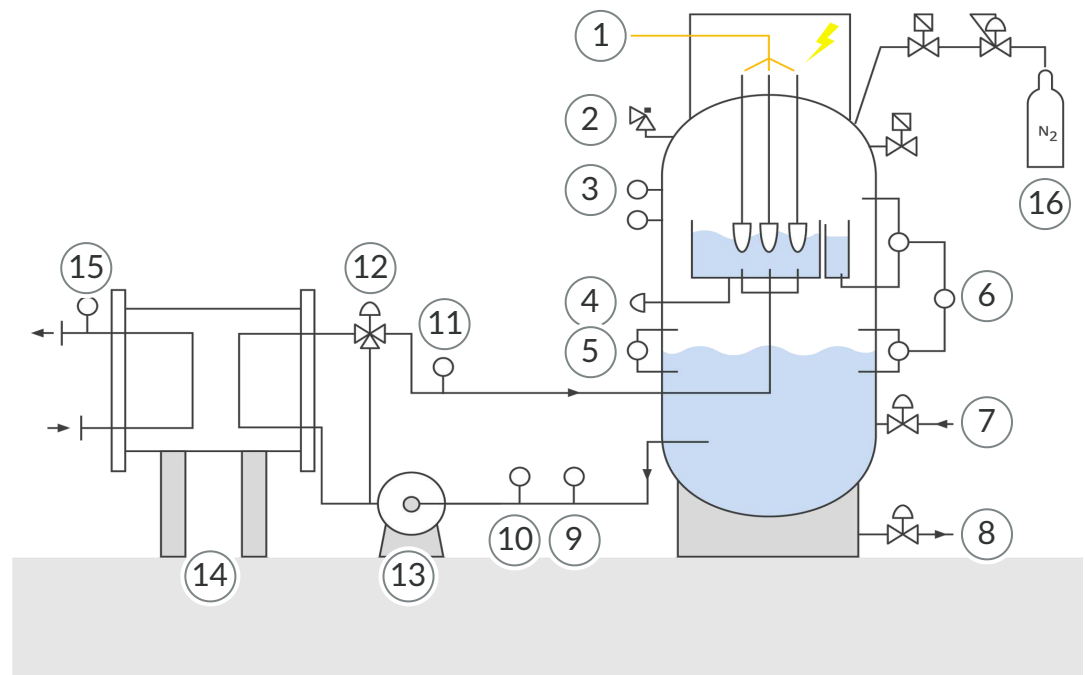
Kocioł elektrodowy wielofunkcyjny

Aktualnie w rozwiązaniach przemysłowych zastosowanie znalazły również układy realizujące funkcję produkcji wody gorącej oraz pary wodnej (w zależności od potrzeby, funkcja przełączania).



Rys. 69 - Kocioł elektrodowy wielofunkcyjny

Schemat wytwarzania gorącej wody w układzie z kotłem elektrodowym.



1

zasilanie elektrod

2

zawór bezpieczeństwa

3

kontrola ciśnienia

4

zawór przepustnicy

5

wizualna kontrola poziomu

6

kontrola poziomu

7

przetworzona woda zasilająca

8

spust

9

kontrola przewodności

10

kontrola temperatury

11

kontrola temperatury

12

zawór trójdrożny

13

pompa obiegowa

14

wymiennik ciepła

15

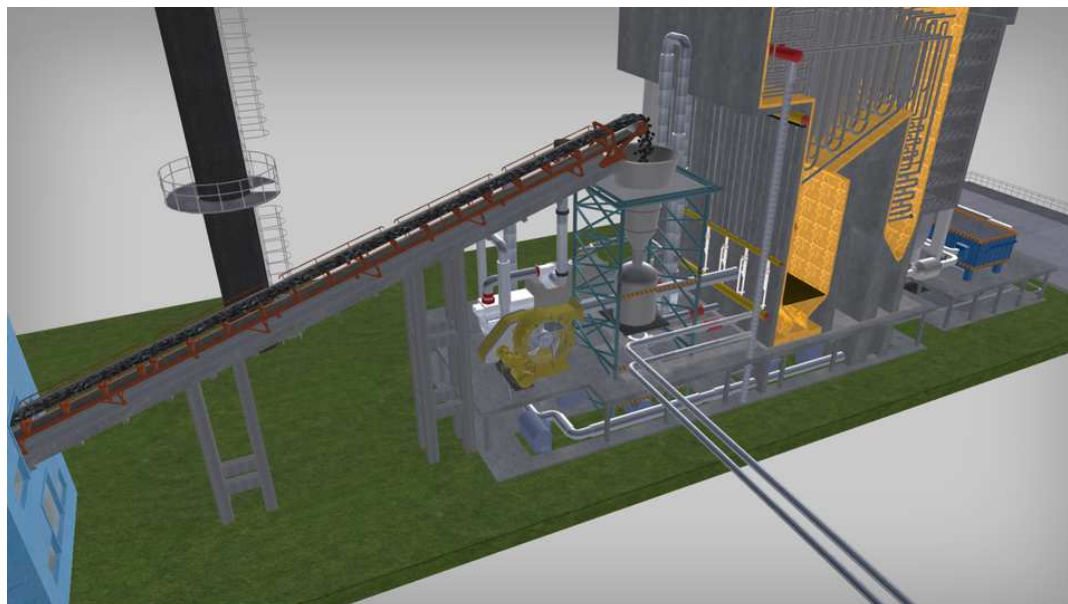
kontrola temperatury

16

system ciśnieniowy

Rys. 70 - Schemat wytwarzania gorącej wody w układzie z kotłem elektrodowym

Węzeł przygotowania i podawania paliwa



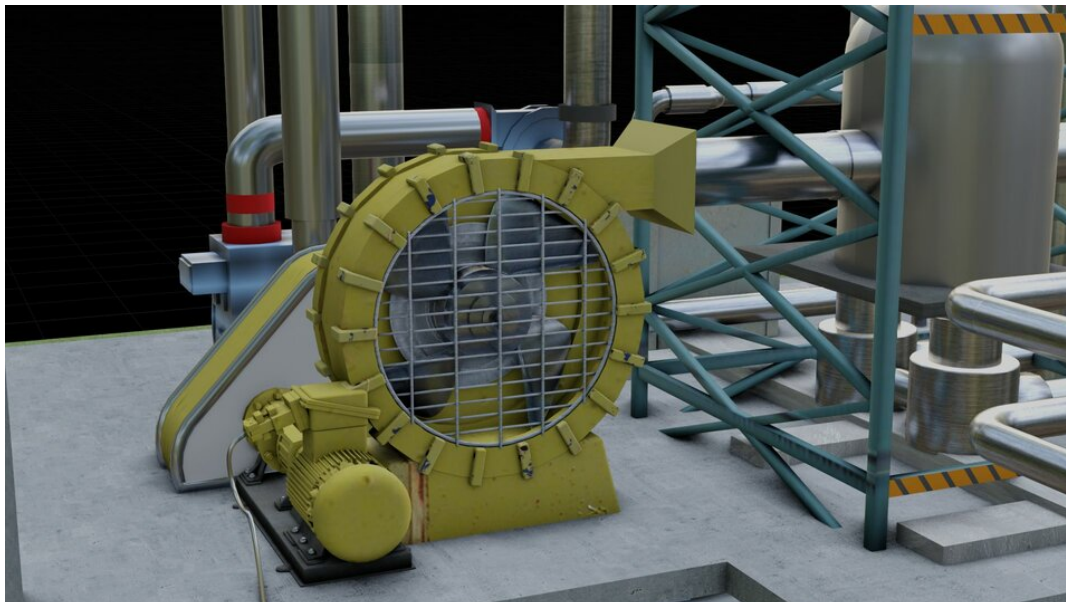
Rys. 71 - Węzeł przygotowania i podawania paliwa, z co najmniej jednym zestawem obróbki paliwa

Układ obiegowy wody w kotle



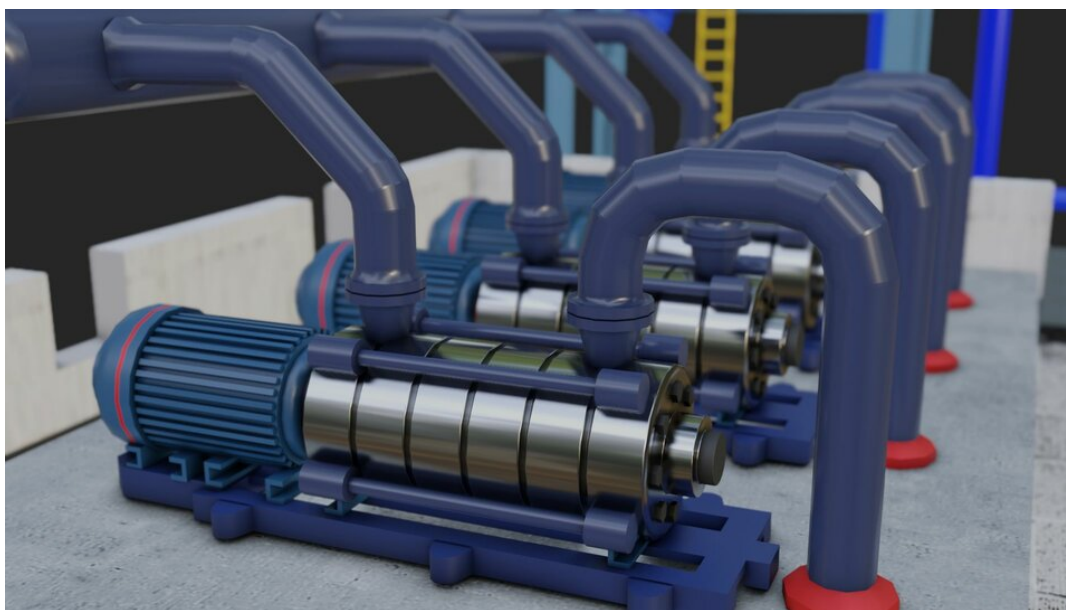
Rys. 72 - Układ obiegowy wody w kotle

Układ przygotowania i podawania powietrza do spalania



Rys. 73 - Układ przygotowania i podawania powietrza do spalania

Układ pompowania wody sieciowej na wyjściu z ciepłowni



Rys. 74 - Układ pompowania wody sieciowej na wyjściu z ciepłowni

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, *Procesy w układach przetwarzania energii*, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

12. Dźwięki maszyn, odgłosy procesów technologicznych

Spis treści

12. Dźwięki maszyn, odgłosy procesów technologicznych

Turbina parowa

Silnik tłokowy

Generator energii elektrycznej

Pompa zasilająca kocioł
Pompa wody sieciowej
Pompa oleju smarnego
Transformator blokowy
Powrót pary nasyconej w kotle parowym zasilanym gazem ziemnym
Palnik gazowy w kotle parowym zasilanym gazem ziemnym
Spalanie oleju w procesie kogeneracyjnym
Wentylator w układzie przygotowania i podawania powietrza do spalania

12. Dźwięki maszyn, odgłosy procesów technologicznych

Turbina parowa

Silnik tłokowy

Generator energii elektrycznej

Pompa zasilająca kocioł

Pompa wody sieciowej

Pompa oleju smarnego

Transformator blokowy

Powrót pary nasyconej w kotle parowym zasilanym gazem ziemnym

Palnik gazowy w kotle parowym zasilanym gazem ziemnym

Spalanie oleju w procesie kogeneracyjnym

Wentylator w układzie przygotowania i podawania powietrza do spalania

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, *Procesy w układach przetwarzania energii*, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane ćwiczenia

1. Elektrownia parowa kondensacyjna	2. Obiegi cieplne i obiegi Rankine'a
3. Obieg cieplny elektrowni parowej	4. Schemat elektrociepłowni
5. Odsiarczanie spalin	6. Obieg termodynamiczny układu gazowo-parowego z kotłem odzyskowym
8. Kotły energetyczne	10. Opis obiegu Rankine'a
11. Budowa kotła energetycznego	12. Turbina gazowa z odzyskiem ciepła
13. Procesy ciepłownicze	14. Proces elektrociepłowni
15. Systemy ciepłownicze	16. Instalacje parowe
17. Silnik tłokowy	18. Proces zasilania sieci przemysłowej parą technologiczną
19. Ogrzewanie parowe	20. Para technologiczna
21. Kogeneracja	

23. Proces trójgeneracyjny

22. Schematy

Atlas procesów w układach przetwarzania energii

ELE.07 Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek wytwórczych w systemach energetycznych – Technik energetyk 311307

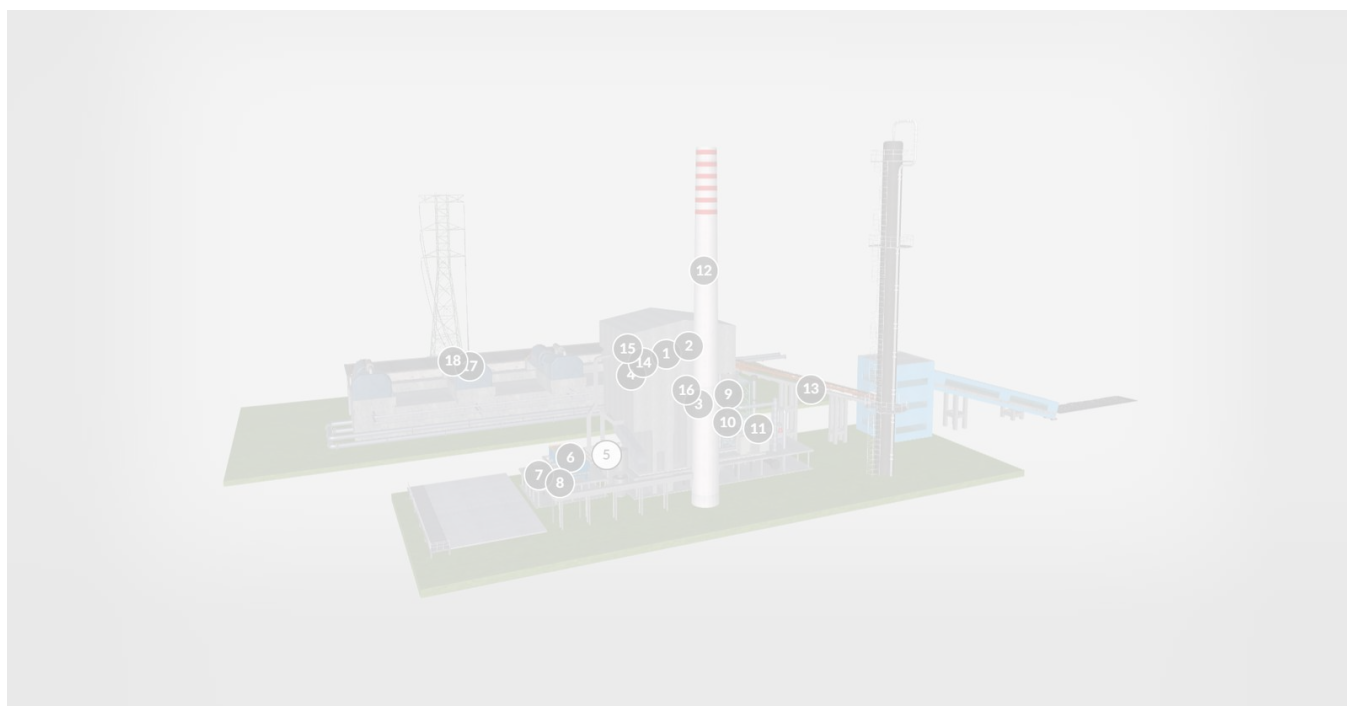
Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii

WIZUALIZACJA 3D

Spis treści

1. Elektrociepłownia z turbiną parową i kotłem opalanym paliwem stałym
2. Elektrownia z turbiną parową i kotłem opalanym paliwem stałym
3. Elektrownia parowo-gazowa z dwuciśnieniowym kotłem odzysknicowym i turbiną parową z niezależnym generatorem

1. Elektrociepłownia z turbiną parową i kotłem opalanym paliwem stałym

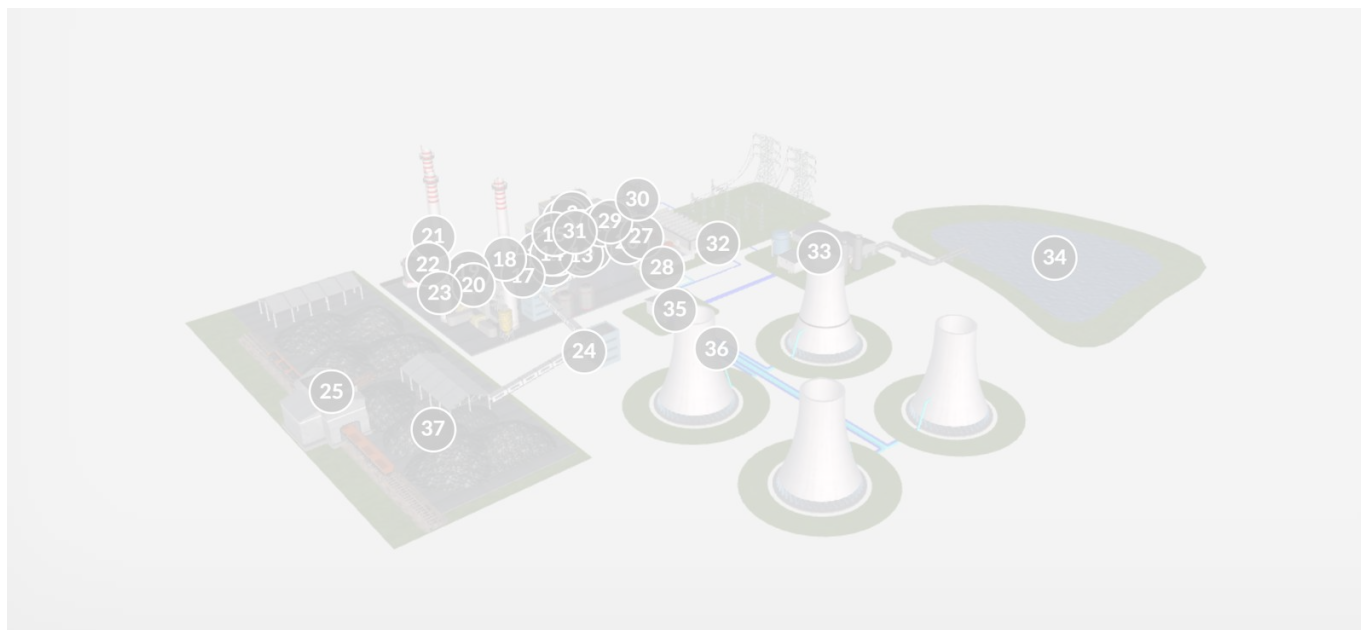


Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DPcFRCs35>

Elektrociepłownia z turbiną parową i kotłem opalanym paliwem stałym

[Powrót do spisu treści](#)

2. Elektrownia z turbiną parową i kotłem opalany paliwem stałym



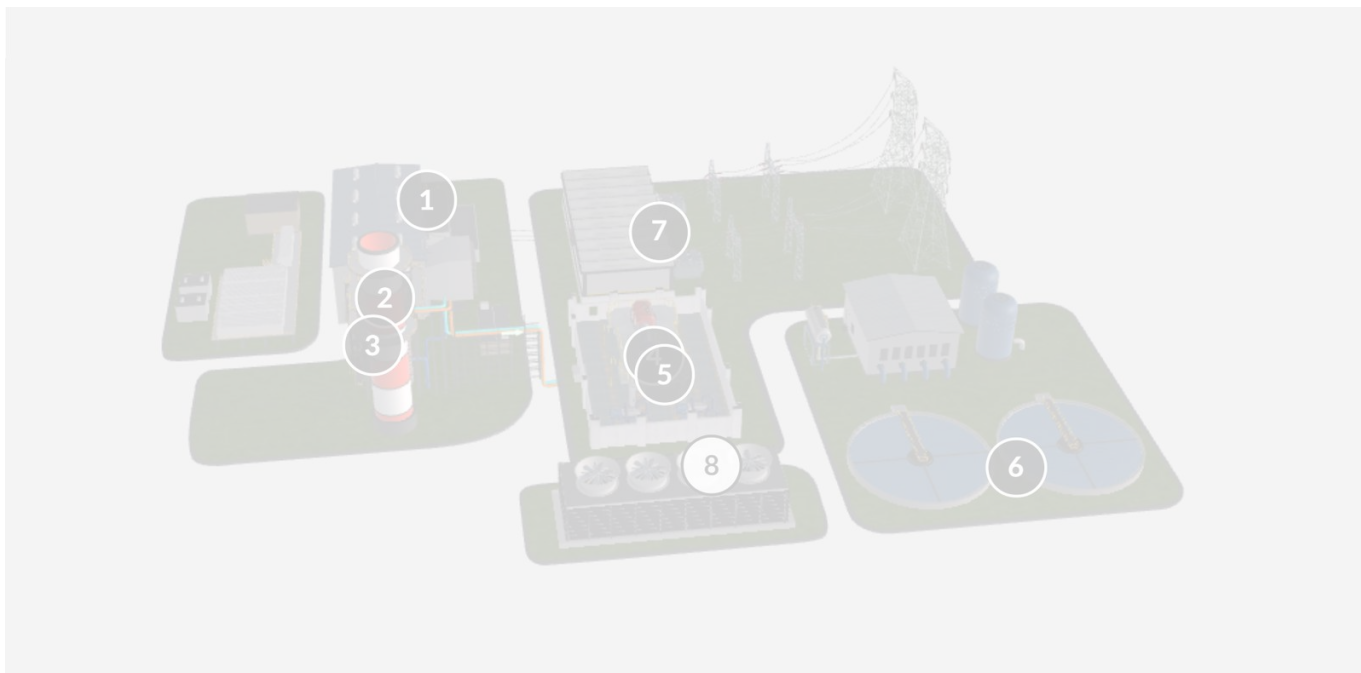
Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DPcFRCs35>

Elektrownia z turbiną parową i kotłem opalany paliwem stałym

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

3. Elektrownia parowo-gazowa z dwuciśnieniowym kotłem odzysknicowym i turbiną parową z niezależnym generatorem



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DPcFRCs35>

Elektrownia parowo-gazowa z dwuciśnieniowym kotłem odzysknicowym i turbiną parową z niezależnym generatorem

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane ćwiczenia

7. Pomieszczenia w elektrowni ciepłej

9. Pytania ogólne

Atlas procesów w układach przetwarzania energii

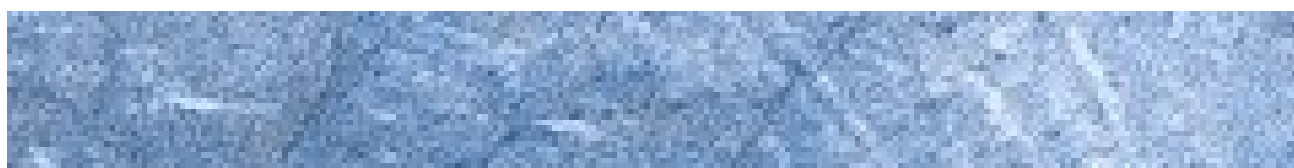
ELE.07 Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek wytwórczych w systemach energetycznych – Technik energetyk 311307

Interaktywne materiały sprawdzające

INTERAKTYWNE MATERIAŁY SPRAWDZAJĄCE

Pokaż ćwiczenia:   

1. Elektrownia parowa kondensacyjna



Test

Elektrownia parowa kondensacyjna

Liczba pytań:

5

Limit czasu:

7.5 min

Twój ostatni wynik:

-

Uruchom

2. Obiegi cieplne i obiegi Rankine'a

3. Obieg cieplny elektrowni parowej

4. Schemat elektrociepłowni

5. Odsiarczanie spalin 

6. Obieg termodynamiczny układu gazowo-parowego z kotłem odzyskowym 

7. Pomieszczenia w elektrowni ciepłej 

8. Kotły energetyczne 

9. Pytania ogólne 

10. Opis obiegu Rankine'a 

11. Budowa kotła energetycznego 

12. Turbina gazowa z odzyskiem ciepła 

13. Procesy ciepłownicze 

14. Proces elektrociepłowni 

15. Systemy ciepłownicze 

16. Instalacje parowe 

17. Silnik tłokowy 

18. Proces zasilania sieci przemysłowej parą technologiczną 

19. Ogrzewanie parowe 

20. Para technologiczna 

21. Kogeneracja 

22. Schematy 

23. Proces trójgeneracyjny 

Atlas procesów w układach przetwarzania energii

ELE.07 Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek wytwórczych w systemach energetycznych – Technik energetyk 311307

Słownik pojęć dla e-materiału

Instrukcja korzystania ze słownika

Filtruj pojęcie



absorber

urządzenie służące do pochłaniania określonych składników gazów przez ciecz

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

agregat absorpcyjny

urządzenie wykorzystujące energię cieplną do wytworzenia chłodu

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

autotransformator

transformator posiadający tylko jedno uzwojenie, pełniące funkcję uzwojenia pierwotnego i wtórnego (galwaniczne połączenie uzwojenia dolnego i górnego); stosowany jest do sprzęgnięcia rozdzielnic o napięciach różniących się o jeden stopień

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

biomasa

pozostałości produkcji rolnej

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

blok ciepłowniczy

zespół współpracujących ze sobą urządzeń elektrociepłowni stanowiący autonomiczny system energetyczny

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

blok energetyczny

zespół współpracujących ze sobą urządzeń elektrowni lub elektrociepłowni stanowiący autonomiczny system energetyczny

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

ciepło sieciowe

gorąca woda krążąca w rurach i kaloryferach, dostarczająca ciepła do pomieszczeń

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

chłodnia kominowa

urządzenie (budowla) służące do schładzania wody przemysłowej w zakładach energetycznych

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

chłodnia wentylowana

urządzenie służące do obniżenia temperatury wody obiegowej poprzez kontakt z powietrzem atmosferycznym

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

elektrociepłownia

zakład przemysłowy realizujący proces skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

elektrofiltr (odpylacz)

urządzenie pomocnicze kotłów, używane do usuwania pyłów pochodzących ze spalin

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)
- [Wizualizacja 3D „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”](#)

elektrownia ciepła

zakład przemysłowy realizujący proces wytwarzania energii elektrycznej w wyniku przemian energetycznych, w których znaczącą rolę odgrywa ciepło

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

elektrownia podstawowa

rodzaj elektrowni, które z niezmienną intensywnością dostarczają do obiegu znaczną część energii elektrycznej; za podstawowe uważa się najczęściej elektrownie atomowe, elektrociepłownie oraz elektrownie parowe, których energetyczny koszt utrzymania jest niski

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

elektrownia podszczytowa

rodzaj elektrowni, które radykalnie muszą zmniejszać swoje obciążenia; są to zazwyczaj stare, niezmmodernizowane zakłady oraz elektrownie wodne

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

elektrownia szczytowa

rodzaj elektrowni, którą uruchamia się w szczytowych momentach zapotrzebowania energetycznego w ciągu doby; należą do nich m.in. elektrownie wodne pompowe, elektrownie gazowe i parowe; elektrownie te posiadają możliwość szybkiego uruchomienia, a koszt ich paliwa jest wysoki

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

energia cieplna

jedna z form energii, która powstaje w wyniku ruchu cząsteczek lub atomów składających się na dany układ fizyczny, wytwarzana w procesie spalania

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

energia mechaniczna

energia odnosząca się do ruchu i położenia danego obiektu fizycznego

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

energia paliwa

energia, która uwalnia się przy intensywnym utlenianiu

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

filtr workowy

urządzenie służące do odpylania gazów przemysłowych z wszelkich zanieczyszczeń

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

generator energii elektrycznej

urządzenie, które służy do wytwarzania energii elektrycznej z innych rodzajów energii

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)
- [Wizualizacja 3D „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”](#)

kocioł

urządzenia, które przy wykorzystaniu spalania zamienia stan skupienia czynnika roboczego z ciekłego na gazowy (gorąca woda w przegrzaną parę wodną)

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

kocioł odzysknicowy

jest to wymiennik ciepła, który odzyskuje ciepło z czynnika o wysokiej temperaturze

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)
- [Wizualizacja 3D „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”](#)

kogeneracja

skojarzona produkcja energii, łącząca wytwarzanie energii elektrycznej oraz ciepła

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

kondensat

połączenie produktów, jakie powstają w wyniku procesu spalania paliwa i skroplonej pary wodnej

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

kondensator

urządzenie, które zamienia gazy w ciecz, doprowadza je do skroplenia

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)
- [Wizualizacja 3D „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”](#)

korozja

proces stopniowego niszczenia materiałów

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

Krajowy System Elektroenergetyczny

urządzenia do wytwarzania, przesyłu i rozdziału energii, które są ze sobą powiązane i tworzą sieć zapewniającą bezpieczeństwo elektroenergetyczne Polski

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

linia wysokiego napięcia

sieć służąca do przesyłania energii elektrycznej w zakresie napięcia międzyfazowego między 60 a 200 kV

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

ładowarka węgla

urządzenie wchodzące w skład układu nawęglania elektrowni węglowej, służące do załadunku węgla ze zwału na przenośnik taśmowy

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

młyn

układ mielenia i mieszania paliwa z powietrzem; służy do rozdrabniania paliwa i podawania powstałego pyłu do kotła

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

naparzenie

nagrzanie świeżego betonu parą w celu przyspieszenia procesu dojrzewania betonu

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

obieg Rankine’a

cykl zasilania pary; obieg, który wykorzystuje ciepło do wytwarzania pracy; wykorzystuje energię cieplną pochodzącą z węgla, ropy naftowej lub gazu ziemnego, a następnie przekształca ją w energię mechaniczną i elektryczną

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

odazotowanie spalin

redukcja emisji szkodliwych pyłków azotu, które powstają podczas spalania paliw w kotłach elektrowni

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

odgazowywacz

urządzenie, którego głównym zadaniem jest odgazowanie wody zasilającej kocioł

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

odłącznik

łącznik, który wykonuje czynności łączeniowe w stanie bezprądowym oraz stwarza widoczną przerwę izolacyjną

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

odpylacz

urządzenie odpowiedzialne za wydzielenie pyłu ze spalin

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

odsiarczanie spalin

redukcja emisji szkodliwych pyłków siarki, które powstają podczas spalania paliw w kotłach elektrowni

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)
- [Wizualizacja 3D „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”](#)

odwadniacz

urządzenie umożliwiające odprowadzenie powietrza i kondensatu z instalacji parowej przy uruchamianiu i wyłączaniu; odwadniacze chronią także instalację przed zamarznięciem

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

otwarty obieg chłodzenia

pobór wody bezpośrednio z pokaźnego zbiornika wodnego; woda po przebyciu drogi przez skraplacze turbin powraca z powrotem do zbiornika; w skład obiegu wchodzi: odpowiednie ujęcie wody razem z szeregiem urządzeń do jej oczyszczania, rurociągi lub kanały odpływowe i dopływowe, pompownia

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

para wodna

gazowy stan skupienia wody; w elektrowni cieplnej jest czynnikiem napędzającym turbinę

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

parownik

zespół urządzeń, w którym powstaje para nasycona

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

podajnik węgla

urządzenie przesyłające węgiel do młynów

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

podgrzewacz wody

część kotła, w którym woda nagrzewana jest do temperatury nasycenia

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

pompa ciepła sprężarkowa

powszechna pompa ciepła, gdzie centralną część stanowi sprężarka mechaniczna; charakteryzuje się wysoką wydajnością energetyczną

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

pompa ciepła sorpcyjna

pompa wykorzystywana podczas pozyskiwania energii odpadowej; zaletą jest brak ruchomych części, co przekłada się na jej bezawaryjność oraz cichą pracę

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

pompa wody chłodzącej

urządzenie wchodzące w skład obiegu chłodzenia elektrowni ciepłej, ma za zadanie podanie wody ze zbiornika do skraplacza

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

pompa wody zasilającej

urządzenie, które ma za zadanie wtłoczenie wody ze zbiornika zasilającego do kotła

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

poziome zbiorniki wody zasilającej do kotłów

urządzenie stabilizujące pracę całych centrali ciepłych, w tym m.in. kotłów parowych

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

przegrzewacz wody

zespół urządzeń służących do przegrzania pary i doprowadzenia do turbiny

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

przemiana energii

zjawisko, w którym jedna postać energii zmienia się na inną

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

rozdzielnia

zespół urządzeń służących do rozdzielania zasilania elektrycznego

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)
- [Wizualizacja 3D „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”](#)

rozdzielnica energii elektrycznej

urządzenie służące do rozdzielenia energii elektrycznej dostarczonej z generatora; podstawowymi elementami rozdzielnic są urządzenia rozdzielcze, zabezpieczeniowe, sterujące i sygnalizacyjne

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

rozłącznik

łącznik, który służy do załączania i wyłączania prądów roboczych

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

stacja przygotowania wody

stacja wykorzystywana do redukcji zawartości wapnia i magnezu przez wymiennik kationowy; jony wapnia i magnezu są wymieniane na jony sodu w procesie wymiany jonowej, a woda zmiękczone jest w kotłach parowych, obiegach ciepłowniczych, chłodniach kominowych

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

stacja transformatorowa

stacja elektroenergetyczna, w której odbywa się dystrybucja i rozdział energii elektrycznej przy różnych poziomach napięć; w skład stacji wchodzi: transformator, rozdzielnia średniego i niskiego napięcia, urządzenia pomocnicze

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)
- [Wizualizacja 3D „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”](#)

transformator

urządzenie odpowiedzialne za przekształcanie energii elektrycznej; służy do manipulowania napięciem elektrycznym: do zwiększenia, zmniejszenia lub utrzymania na obecnym poziomie

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)
- [Wizualizacja 3D „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”](#)

turbina gazowa

silnik cieplny, w którym turbina gazowa wykorzystuje tlen jako utleniacz; w środku zachodzą procesy sprężania i rozprężania

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

turbina parowa

silnik cieplny przetwarzający energię cieplną pary w energię mechaniczną napędzającą generator elektryczny

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

układ chłodzenia elektrowni cieplnej

układ współpracujących urządzeń służących do odprowadzenia ciepła pozostałego po przejściu przez proces wytwarzania energii elektrycznej

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

układ gazowo-parowy

połączenie otwartego obiegu turbiny gazowej z zamkniętym obiegiem parowym

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

urządzenia potrzeb własnych

zespół urządzeń, które służą do zapewnienia prawidłowej pracy elektrowni; do urządzeń tworzących układ potrzeb własnych elektrowni zalicza się pompy zasilające, wentylatory, młyn, elektrofiltr

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

walczak

element budowy obiegowego kotła parowego, w którym następuje oddzielenie pary od wody

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

wentylator

podstawowe urządzenie układu doprowadzenia powietrza i odprowadzenia spalin; to maszyna wymuszająca obieg gazów

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

wyłącznik

łącznik, który służy do załączania i wyłączania prądów roboczych i przetężeniowych

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

wymiennik ciepła

urządzenie, którego zadaniem jest wymiana ciepła pomiędzy dwoma płynami

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

wywrotnica wagonowa

część układu nawęglania elektrowni, służy do wyładunku węgla z węglarek poprzez obrót wagoników

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

zamknięty obieg chłodzenia

woda chłodząca porusza się w obiegu, więc ciepło przejmowane przez wodę w skraplaczu uchodzi bezpośrednio do atmosfery w urządzeniu chłodzącym; w tym obiegu ilość wykorzystywanej wody jest stała

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

zasobnik przykotłowy

część układu nawęglania elektrowni, służy do gromadzenia węgla podawanego do młynów kotłowych

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)

źródło chłodzenia

urządzenia służące do schładzania wody w zakładach przemysłowych, szczególnie tam, gdzie nie ma dostępu do wody z morza, jeziora czy rzeki; przykładowymi źródłami chłodzenia są urządzenia, tj. zbiornik wody powierzchniowy, chłodnia kominowa, chłodnia wentylatorowa

- [Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”](#)
- [Wizualizacja 3D „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”](#)

Atlas procesów w układach przetwarzania energii

ELE.07 Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek wytwórczych w systemach energetycznych – Technik energetyk 311307

Przewodnik dla nauczyciela

Spis treści

1. [Cele i efekty kształcenia](#)
2. [Struktura e-materiału](#)
3. [Wskazówki do wykorzystania w pracy dydaktycznej e-materiału dla zawodu technik energetyk](#)
4. [Wymagania techniczne](#)

1. Cele i efekty kształcenia

Cele ogólne e-materiału

- Uwzględnienie treści, które pozwalają na osiągnięcie, zgodnie z podstawą programową, celów kształcenia w zawodzie technik energetyk 311307. Tematyka e-materiału służy przygotowaniu absolwenta do profesjonalnego wykonywania zadań zawodowych.
- Przedstawienie – w sposób obrazowy i zrozumiały dla uczącego się – celów kształcenia: montowanie i uruchamianie urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej; wykonywanie konserwacji oraz przeglądów instalacji i urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej; wykonywanie pomiarów parametrów instalacji i urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej.

- Pomoc w procesie nauczania i w procesie samodzielnego uczenia się wyżej wymienionego zawodu: wspieranie osiągania wybranych efektów kształcenia przez podnoszenie jakości procesu dydaktycznego i autodydaktycznego.
- Rozwijanie kompetencji komunikacyjno-cyfrowych.
- Dostosowanie tempa i zakresu nauczania do indywidualnych potrzeb uczącego się.

Efekty kształcenia

ELE.07.2. Podstawy energetyki:

Uczeń:

1. charakteryzuje układy elektryczne elektrowni, linii przesyłowych oraz stacji elektroenergetycznych;
4. charakteryzuje rodzaje źródeł energii konwencjonalnej i niekonwencjonalnej;
5. charakteryzuje procesy wytwarzania energii elektrycznej, mechanicznej i cieplnej;
7. stosuje prawa z zakresu mechaniki płynów oraz termodynamiki;
11. sporządza schematy ideowe i montażowe układów elektrycznych niskiego i wysokiego napięcia.

ELE.07.3. Montaż i rozruch instalacji i urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej:

Uczeń:

1. charakteryzuje konwencjonalne i niekonwencjonalne źródła energii elektrycznej;
3. charakteryzuje różne rodzaje elektrowni;
4. charakteryzuje procesy wytwarzania energii elektrycznej w zależności od nośnika;
5. charakteryzuje urządzenia elektryczne uczestniczące w procesie wytwarzania energii elektrycznej;
6. charakteryzuje układy elektryczne w różnych rodzajach elektrowni.

ELE.07.4. Montaż i rozruch instalacji i urządzeń do wytwarzania energii cieplnej:

Uczeń:

1. charakteryzuje konwencjonalne i jądrowe źródła ciepła;
2. charakteryzuje odnawialne źródła ciepła;
3. charakteryzuje proces wytwarzania energii cieplnej z różnych źródeł energii;
4. charakteryzuje budowę i zasadę działania ciepłowni i elektrociepłowni;
5. charakteryzuje urządzenia wytwarzające energię cieplną;
6. charakteryzuje rodzaje instalacji i urządzeń do wytwarzania energii cieplnej.

ELE.07.5. Eksploatacja instalacji i urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej:

Uczeń:

7. kontroluje parametry instalacji i urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej.

ELE.07.6. Eksploatacja instalacji i urządzeń do wytwarzania energii cieplnej:

Uczeń:

7. monitoruje pracę układów i przyrządów kontrolno-pomiarowych nieelektrycznych instalacji i urządzeń do wytwarzania energii cieplnej.

[Powrót do spisu treści](#)

2. Struktura e-materiału

E-materiał składa się z trzech części: wprowadzenia, materiałów multimedialnych oraz obudowy dydaktycznej. Każda z nich zawiera powiązane tematycznie elementy składowe.

Wprowadzenie

Zawiera podstawowe informacje o e-materiale, które ułatwią użytkownikowi wstępne zapoznanie się z zawartością materiału. Przedstawia ponadto odniesienia do podstawy programowej, zakres tematyczny oraz opis budowy e-materiału.

Materiały multimedialne

Multimedia ułatwią ci przyswojenie wiedzy. Zawierają zestawy pytań przydatnych do sprawdzenia, czy już opanowałeś podane treści, oraz ćwiczenia, które pomogą ci zweryfikować wiadomości teoretyczne i ukształtować umiejętności praktyczne. E-materiał *Atlas procesów w układach przetwarzania energii* składa się z dwóch materiałów multimedialnych. Zasób „[Procesy w układach przetwarzania energii](#)” to atlas interaktywny, który podzielony jest na trzy części. W pierwszej części, będącej wstępem, zapoznasz się z ogólnym podziałem elektrowni cieplnych. Druga część to szczegółowo przedstawiony proces elektrowni parowo-gazowej, natomiast trzecia część multimediu obejmuje przebieg procesu elektrowni parowej kondensacyjnej. Dodatkowo na końcu znajdują się dwie uzupełniające grafiki interaktywne dotyczące budowy chłodni kominowej oraz chłodni wentylatorowej. Zasób „[Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii](#)” to wizualizacja 3D i jest szczegółowym przedstawieniem najważniejszych zakładów przetwarzających energię: elektrociepłowni, elektrowni na paliwo stałe oraz elektrowni gazowej.

Obudowa dydaktyczna

- [Interaktywne materiały sprawdzające](#) pozwalają sprawdzić poziom opanowania wiedzy i umiejętności z zakresu przetwarzania energii. Można je potraktować jako pracę domową – utrwali to wiedzę uczniów w zakresie najważniejszych zagadnień i przygotuje do pytań na pisemnym egzaminie zawodowym.
- [Słownik pojęć dla e-materiału](#) objaśnia specjalistyczne słownictwo używane w e-materiale.
- [Przewodnik dla nauczyciela](#) zawiera sugestie do wykorzystania e-materiału w ramach pracy dydaktycznej.
- [Przewodnik dla uczącego się](#) wskazuje i instruuje, w jaki sposób wykorzystać e-materiał do samodzielnej nauki.
- [Netografia i bibliografia](#) to wykaz źródeł, na bazie których został opracowany e-materiał i z których można korzystać przygotowując się do egzaminu zawodowego.
- [Instrukcja użytkowania](#) wyjaśnia działanie e-materiału oraz poszczególnych jego elementów.





[Powrót do spisu treści](#)

3. Wskazówki do wykorzystania w pracy dydaktycznej e-materiału dla zawodu technik energetyk

E-materiał stanowi nowoczesną pomoc dydaktyczną wspomagającą proces uczenia się. Poniżej przedstawione są propozycje wykorzystania poszczególnych elementów zasobu w ramach lekcji, samodzielnej pracy ucznia oraz pracy grupowej i zespołowej.

Praca uczniów podczas zajęć

E-materiał stanowi nowoczesną pomoc dydaktyczną wspomagającą proces uczenia się. Ułatwi uczniom zapamiętanie różnych czynności pokazanych w materiałach multimedialnych, które związane są z pracą w gospodarstwie rolnym. Oto propozycje wykorzystania poszczególnych elementów e-materiału w ramach lekcji, w samodzielnej pracy ucznia, pracy w grupach i całego zespołu klasowego.

Atlas interaktywny „Procesy w układach przetwarzania energii”

Praca indywidualna i całego zespołu klasowego

Uczniowie zapoznają się z zawartością atlasu interaktywnego i przygotowują po dwa pytania do ogólnoklasowego quizu na temat *Różnice w procesach między elektrownią parowo-gazową a elektrownią parowo-kondensacyjną*. Propozycje są zbierane do urny i weryfikowane przez chętną/wybraną osobę w celu usunięcia powtarzających się pytań. Ustalane są reguły gry:

- obowiązuje zasada „kto pierwszy, ten lepszy”;
- za każdą poprawną odpowiedź uczestnik otrzymuje 2 punkty;
- za poprawienie osoby, która udzieliła błędnej odpowiedzi, uczestnik otrzymuje 1 punkt;
- punktację zliczają trzy osoby wybrane do komisji skrutacyjnej.

Rozpoczyna się quiz: chętna/wybrana osoba lub nauczyciel odczytuje pytania, a uczniowie zgłaszają się do odpowiedzi. Gra kończy się po wyznaczonym czasie lub po wyczerpaniu puli pytań. Osoby, które otrzymały największą liczbę punktów, mogą zostać nagrodzone ocenami za aktywność.

Wizualizacja 3D pt. „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”

Praca w grupach i całego zespołu klasowego

Metoda Philips 66. Nauczyciel dzieli klasę na trzy grupy i informuje, że zadaniem uczniów będzie zapoznanie się z wizualizacją i opracowanie jednego z zagadnień:

- grupa I – budowa i charakterystyka elektrociepłowni;
- grupa II – budowa i charakterystyka elektrowni na paliwo stałe;
- grupa III – budowa i charakterystyka elektrowni gazowej.

Zespoły mają 6 minut, aby przygotować swoje opracowania. Każda grupa wyłania też lidera, który będzie przedstawiał rezultaty pracy po każdej rundzie. Po upływie pierwszych 6 minut liderzy prezentują odpowiedzi na forum klasy. Wszyscy uczniowie je komentują, zwracając uwagę na to, co jest nieprecyzyjne lub niezrozumiałe. Następnie każdy z zespołów ponownie podejmuje pracę w celu udoskonalenia swojej odpowiedzi. Po upływie kolejnych 6 minut liderzy ponownie przedstawiają informacje

na forum klasy – ten etap kończy się porównaniem wyjaśnień i ich ulepszeń oraz zapisaniem wniosków końcowych albo decyzją o ponownej pracy nad odpowiedziami przez kolejne 6 minut.

Na koniec uczniowie w grupach wykonują ćwiczenia powiązane z multimediami i prezentują wyniki na forum klasy.

Interaktywne materiały sprawdzające

Są to ćwiczenia przewidziane do samodzielnego rozwiązania przez uczniów. Nauczyciel może jednak wprowadzić pracę w parach lub elementy oceny koleżeńskiej, która polega na tym, że po rozwiązaniu zadań uczniowie konsultują odpowiedzi z osobą z ławki. Można też zastosować indywidualne rozwiązywanie zadań i wspólne omówienie odpowiedzi przez cały zespół klasowy, kiedy rozwiązania są wyświetlane na tablicy multimedialnej. W każdym z tych wariantów uczeń powinien móc skorzystać z pomocy nauczyciela i uzyskać od niego informację zwrotną.

Praca uczniów poza zajęciami

Materiały umożliwiają też pracę uczniów poza zajęciami, w trakcie przygotowań do zajęć lekcyjnych, zarówno teoretycznych, jak i praktycznych. Mogą oni samodzielnie zapoznać się z multimediami i sporządzić notatki porządkujące wiedzę. Notatki mogą być w różnej formie.

Atlas interaktywny „Procesy w układach przetwarzania energii”

Praca samodzielna

Praca metodą lekcji odwróconej. Ze względu na ilość materiału zawartą w atlasie interaktywnym, cała klasa może zapoznać się z multimediami przed lekcjami, zwłaszcza z jego wstępem – ogólnym podziałem elektrowni cieplnych, tak aby podczas zajęć wiedzę tę porządkować, poszerzać, wykorzystywać w praktyce do rozwiązywania problemów, np. w czasie rozwiązywania ćwiczeń interaktywnych lub quizów zaproponowanych przez nauczyciela, ewentualnie opracowanych przez uczniów na podstawie treści w sekwencjach filmowych. Taki schemat pomoże ćwiczyć umiejętności praktyczne.

Wizualizacja 3D pt. „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”

Praca w grupach

Mapa pojęć. Nauczyciel dzieli klasę na 6 grup i informuje, że zadaniem uczniów będzie zapoznanie się z wizualizacją i opracowanie w formie mapy pojęć jednego z zagadnień:

- grupa I – budowa i charakterystyka elektrociepłowni;
- grupa II – budowa i charakterystyka elektrowni na paliwo stałe;
- grupa III – budowa i charakterystyka elektrowni gazowej.

Po zakończeniu pracy mapy zostają umieszczone na Zintegrowanej Platformie Edukacyjnej w formacie JPG lub PDF. Kolejnym zadaniem grup jest przygotowanie oceny koleżeńskiej: które notatki są najlepsze pod względem zawartości merytorycznej, formy ułatwiającej zapamiętywanie oraz szaty graficznej. Uczniowie dzielą się swoimi spostrzeżeniami na zajęciach.

Indywidualizacja pracy z uczniem, w tym z uczniem ze SPE

Dzięki e-materiałom możliwe jest zindywidualizowanie procesu dydaktycznego i dostosowanie go do różnorodnych potrzeb edukacyjnych uczniów. Jest to istotne nie tylko ze względu na uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi (SPE), ale również uczniów zdolnych. Odtwarzanie każdego e-materiału jest też możliwe w trybie dostępności, który zawiera alternatywne wersje materiałów dostępne dla użytkowników z dysfunkcjami wzroku i słuchu. Ułatwia to dostęp do wiedzy i pozwala na zlikwidowanie niektórych barier społecznych i komunikacyjnych, a także umożliwia wyrównywanie szans w procesie nauczania-uczenia się.

Ponadto nauczyciel może dostosować pracę z każdym zasobem do indywidualnych potrzeb uczniów.

Atlas interaktywny „Procesy w układach przetwarzania energii”

- atlas interaktywny pozwala na poznawanie materiału, a także powtarzanie go w dowolnym tempie, indywidualnym dla każdego ucznia;

- uczniowie zdolni mogą poszerzyć wiadomości, wyszukując w dostępnych źródłach dodatkowe informacje, i w ten sposób rozwijać swoje zainteresowania;
- uczniowie z zaburzeniami zachowania mogą zebrać przygotowane do quizu pytania, a następnie je losować, co pozwoli im rozładować napięcie, a także skupić się na zadaniu;
- uczniowie mający problemy z wystąpieniami na forum klasy mogą wejść w skład komisji liczącej punkty; będą skupieni na wypowiedziach innych osób, aby przyznać odpowiednią liczbę punktów, ale nie będą zmuszeni do samodzielnego wystąpienia.

Wizualizacja 3D „Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii”

- przy analizie wizualizacji 3D należy zadbać o to, aby uczniowie z zaburzeniami zachowania oraz uczniowie z zaburzeniami ze spektrum autyzmu mieli więcej czasu na wykonanie zadania;
- uczniowie z dysleksją i trudnościami z koncentracją mogą zapoznawać się z wizualizacją we własnym tempie.

[Powrót do spisu treści](#)

4. Wymagania techniczne

Wymagania sprzętowe niezbędne do korzystania z poradnika oraz innych materiałów platformy www.zpe.gov.pl.

System operacyjny:

- Windows 7 lub nowszy (przy czym Windows 7 nie jest już wspierany przez Microsoft);
- OS X 10.11.6 lub nowszy;
- GNU/Linux z jądrem w wersji 4.0 lub nowszej 3GB RAM.

Przeglądarka internetowa we wskazanej wersji lub nowszej:

- Chrome w wersji 69.0.3497.100;
- Firefox w wersji 62.0.2;
- Safari w wersji 11.1;
- Opera w wersji 55.0.2994.44;
- Microsoft Edge w wersji 42.17134.1.0;
- Internet Explorer w wersji 11.0.9600.18124.

Urządzenia mobilne:

- 2GB RAM iPhone/iPad z systemem iOS 11 lub nowszym;
- Tablet/smartphone z systemem Android 4.1 (lub nowszym) z przeglądarką kompatybilną z Chromium 69 (lub nowszym) np. Chrome 69, Samsung Browser 10.1, szerokość co najmniej 420 px.

[Powrót do spisu treści](#)

Miejsce na notatki

Atlas procesów w układach przetwarzania energii

ELE.07 Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek wytwórczych w systemach energetycznych – Technik energetyk 311307

Przewodnik dla uczącego się

Spis treści

1. [Cele uczącego się](#)
2. [Struktura e-materiału](#)
3. [Jak korzystać z e-materiału?](#)
4. [Wymagania techniczne](#)

1. Cele uczącego się

- Poznasz treści, które pozwalają na osiągnięcie, zgodnie z podstawą programową, celów kształcenia w zawodzie technik energetyk (kod cyfrowy zawodu – 311307), ponieważ tematyka e-materiału służy przygotowaniu absolwenta do profesjonalnego wykonywania zadań zawodowych.
- Przedstawisz najważniejsze informacje na temat montowania i uruchamiania urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej, wykonywania konserwacji oraz przeglądów, a także pomiarów parametrów instalacji i urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej.
- Rozwiniesz kompetencje komunikacyjno-cyfrowe.
- Dostosujesz tempo i zakres nauki do swoich indywidualnych potrzeb.

[Powrót do spisu treści](#)

2. Struktura e-materiału

Wprowadzenie

Przedstawia podstawowe informacje o e-materiale, które ułatwią użytkownikowi wstępne zapoznanie się z zawartością materiału: odniesienia do podstawy programowej, zakres tematyczny oraz opis budowy e-zasobu.

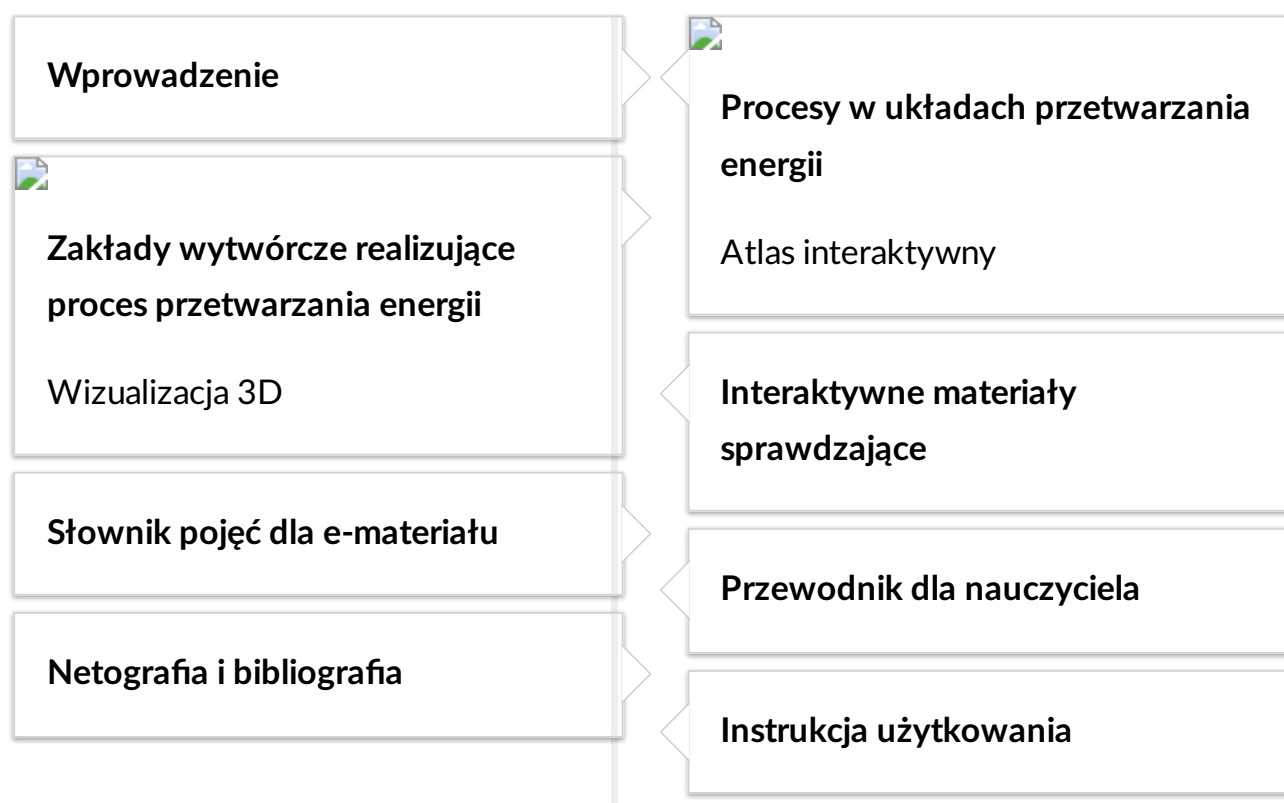
Materiały multimedialne

Multimedia ułatwią Ci przyswojenie wiedzy. Zawierają zestawy pytań przydatnych do sprawdzenia, czy już opanowałeś podane treści, oraz ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne i ukształtować umiejętności praktyczne. E-materiał *Atlas procesów w układach przetwarzania energii* składa się z dwóch materiałów multimedialnych. Zasób „[Procesy w układach przetwarzania energii](#)” to atlas interaktywny, który podzielony jest na trzy części. W pierwszej części, będącej wstępem, zapoznasz się z ogólnym podziałem elektrowni cieplnych. Druga część to szczegółowo przedstawiony proces elektrowni parowo-gazowej, natomiast trzecia część multimedium obejmuje przebieg procesu elektrowni parowej kondensacyjnej. Dodatkowo na końcu znajdują się dwie uzupełniające grafiki interaktywne dotyczące budowy chłodni kominowej oraz chłodni wentylatorowej. Zasób „[Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii](#)” to wizualizacja 3D i jest szczegółowym przedstawieniem najważniejszych zakładów przetwarzających energię: elektrociepłowni, elektrowni na paliwo stałe oraz elektrowni gazowej.

Obudowa dydaktyczna

- [Interaktywne materiały sprawdzające](#) pozwolą Ci na samodzielne sprawdzenie własnej wiedzy.
- [Słownik pojęć dla e-materiału](#) pomoże znaleźć definicje specjalistycznych słów używanych w e-materiale.
- [Przewodnik dla nauczyciela](#) zawiera sugestie do wykorzystania e-materiału w ramach pracy dydaktycznej.
- [Przewodnik dla uczącego się](#) wskazuje i instruuje, w jaki sposób wykorzystać e-materiał do samodzielnej nauki.

- [Netografia i bibliografia](#) to wykaz źródeł, na bazie których został opracowany e-materiał i z których można korzystać przygotowując się do egzaminu zawodowego.
- [Instrukcja użytkowania](#) wyjaśnia działanie e-materiału oraz poszczególnych jego elementów.



[Powrót do spisu treści](#)

3. Jak korzystać z e-materiału?

E-materiał służy do pracy zarówno w warunkach szkolnych, jak i domowych. Podczas samodzielnej pracy z niniejszym e-materiałem możesz wykorzystać zawarte w nim multimedia do rozwiązywania różnorodnych problemów i zadań, a także do przygotowania się do egzaminu zawodowego.

Informacje w multimediami (**atlas interaktywny** oraz **wizualizacja 3D**) przybliżą Ci informacje na temat procesów przetwarzania energii w elektrowniach i elektrociepłowniach, a także przedstawia zastosowane tam maszyny i urządzenia.

Stwórz notatki w formie, która najbardziej ci odpowiada, i umieść w nich komplet danych i informacji dotyczących różnic pomiędzy elektrociepłownią, elektrownią na paliwo stałe a elektrownią gazową.

Jeśli lubisz rysować, możesz zastosować sketchnoting, czyli robienie notatek, ale też zapamiętywanie i prezentowanie informacji w formie wizualnej, z użyciem rysunków, schematów, szkiców, symboli, a nawet bazgrołów. Jeśli wolisz bardziej uporządkowane formy, zrób zestaw tabel, które przygotujesz w arkuszu kalkulacyjnym i umieścisz w nim komplet danych i informacji na temat rodzajów pomieszczeń w każdej z wymienionych elektrowni.

Interaktywne materiały sprawdzające

Każdy z materiałów multimedialnych jest powiązany z odpowiednio dobranymi ćwiczeniami: wykonaj je, aby sprawdzić swoją wiedzę po uważnym zapoznaniu się z multimedium. Możesz także najpierw zaznajomić się kolejno ze wszystkimi materiałami multimedialnymi i dopiero później wykonać wszystkie ćwiczenia. Ponadto każde ćwiczenie zawiera informację zwrotną, dzięki której będziesz wiedzieć, co już wiesz, a co należy jeszcze uzupełnić.

W **słowniku pojęć dla e-materiału** zawarte są wszystkie trudniejsze pojęcia występujące w e-materiale. Dzięki niemu w prosty sposób możesz uzupełnić wiedzę o nowe zagadnienia, a także lepiej zrozumieć informacje zawarte w multimedialnych materiałach. Jeżeli któreś z zagadnień wyjątkowo Cię zainteresuje, możesz stworzyć dodatkowe, bardziej szczegółowe hasła do słownika, staną się dodatkowym elementem Twojej notatki. Gdyby omawiane zagadnienia wydawały Ci się skomplikowane, postaraj się mieć zawsze otwarty w tle słownik i zaglądać do niego w razie potrzeby.

Warto patrzeć szerzej i zapoznać się ze źródłami, na podstawie których przygotowano ten e-materiał. Znajdziesz je w zakładce **Netografia i bibliografia**. Dzięki nim będziesz pogłębiać i doskonalić wiedzę na temat procesów przetwarzania energii.

[Powrót do spisu treści](#)

4. Wymagania techniczne

Wymagania sprzętowe niezbędne do korzystania z poradnika oraz innych materiałów platformy www.zpe.gov.pl.

System operacyjny:

- Windows 7 lub nowszy (przy czym Windows 7 nie jest już wspierany przez Microsoft);
- OS X 10.11.6 lub nowszy;
- GNU/Linux z jądrem w wersji 4.0 lub nowszej 3GB RAM.

Przeglądarka internetowa we wskazanej wersji lub nowszej:

- Chrome w wersji 69.0.3497.100;
- Firefox w wersji 62.0.2;
- Safari w wersji 11.1;
- Opera w wersji 55.0.2994.44;
- Microsoft Edge w wersji 42.17134.1.0;
- Internet Explorer w wersji 11.0.9600.18124.

Urządzenia mobilne:

- 2GB RAM iPhone/iPad z systemem iOS 11 lub nowszym;
- Tablet/smartphone z systemem Android 4.1 (lub nowszym) z przeglądarką kompatybilną z Chromium 69 (lub nowszym) np. Chrome 69, Samsung Browser 10.1, szerokość co najmniej 420 px.

[Powrót do spisu treści](#)

Miejsce na notatki

Atlas procesów w układach przetwarzania energii

ELE.07 Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek wytwórczych w systemach energetycznych – Technik energetyk 311307

Netografia i bibliografia

NETOGRAFIA

1. Centrum Informacji o Rynku Energii, <https://www.cire.pl/> (dostęp: 16.09.2021).
2. Energetyka24, <https://www.energetyka24.com> (dostęp: 16.09.2021).
3. Odwołania do wymagań Dyrektywy maszynowej 2006/42/WE:
http://www.dyrektywa.com/wp-content/uploads/2014/10/DYREKTYWA_2006_42_WE.pdf (dostęp: 23.11.2022, rozmiar 2,53 MB, plik w języku polskim).
4. Polskie Towarzystwo Elektrociepłowni Zawodowych, <http://www.ptez.com.pl> (dostęp: 16.09.2021).
5. Stowarzyszenie Elektryków Polskich, <https://sep.com.pl> (dostęp: 16.09.2021).
6. Towarzystwo Gospodarcze – Polskie Elektrownie, <https://www.tgpe.pl> (dostęp: 16.09.2021).
7. WNP.PL | Portal gospodarczy, <https://www.wnp.pl/energetyka/> (dostęp: 16.09.2021).
8. Stowarzyszenie Energii Odnawialnej, <http://seo.org.pl> (dostęp: 23.11.2022).
9. Urząd Regulacji Energetyki, <https://www.ure.gov.pl/> (dostęp: 23.11.2022).
10. Kierunek Energetyka, <https://www.kierunekenergetyka.pl/> (dostęp: 23.11.2022).
11. WysokieNapiecie.pl, <https://wysokienapiecie.pl/> (dostęp: 23.11.2022).

BIBLIOGRAFIA

1. Janeczek Roman, *Eksploatacja elektrowni parowych*, PWN, Warszawa 1979.
2. Kamler Witold, *Ciepłownictwo*, PWN, Warszawa 1979.
3. Pawlik Maciej, Strzelczyk Franciszek, *Elektrownie*, PWN-WNT, Warszawa 2014.
4. Tytko Ryszard, *Odnawialne źródła energii*, OWG, Warszawa 2009
5. Klugmann-Radziemska Ewa, Lewandowski Witold M., *Proekologiczne odnawialne źródła energii. Kompendium*, PWN, Warszawa 2017.
6. Bartnik Ryszard, Skomudek Waldemar, Buryn Zbigniew, Hnydiuk-Stefan Anna, *Modernizacja elektrowni. Efektywność energetyczna i ekonomiczna*, PWN, Warszawa 2020.

7. Chmielniak Tadeusz, *Technologie Energetyczne*, PWN, Warszawa 2021.
8. Buczek K., *Kogeneracja ciepła i energii elektrycznej w małych elektrociepłowniach*, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2018.
9. Chmielniak T., *Technologie energetyczne*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2021.
10. Kozak M., *Budowa i metody kontroli eksploatacji turbin parowych*, KAPRINT, Warszawa 2008.
11. Paska J., *Wytwarzanie energii elektrycznej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2018.
12. Foit H., *Indywidualne węzły ciepłne*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012.
13. Szkarowski A., Łatowski L., *Ciepłownictwo*, WNT, Warszawa 2013.
14. Żarski K., *Węzły ciepłne. Poradnik projektowania*, Danfoss HVAC PROJECT 2014.
15. Oszczak W., *Ogrzewanie domów z zastosowaniem pomp ciepła*, WKŁ, Warszawa 2016.
16. Praca zbiorowa, *Pompy ciepła - praktyczne omówienie oraz montaż*, Wydawnictwo GR4, Tychy 2022.
17. Rubik M., *Pompy ciepła w systemach geotermii niskotemperaturowej*, Wydawnictwo Multico, Warszawa 2011.
18. Strzyżewski J., *Pompy ciepła. Zasady działania i wybór rozwiązań*, Wydawnictwo Wiedza i Praktyka, Warszawa 2017.
19. Zalewski W., *Pompy ciepła sprężarkowe, sorpcyjne i termoelektryczne*, Wydawnictwo: I.P.P.U. MASTA Spółka z o.o., Gdańsk 2014.

Atlas procesów w układach przetwarzania energii

ELE.07 Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek wytwórczych w systemach energetycznych – Technik energetyk 311307

Instrukcja użytkowania

Spis treści

1. Struktura e-materiału

- Wprowadzenie
- Materiały multimedialne: atlas interaktywny oraz wizualizacja 3D
- Obudowa dydaktyczna: interaktywne materiały sprawdzające, słownik pojęć dla e-materiału, przewodnik dla nauczyciela, przewodnik dla uczącego się, netografia i bibliografia

2. Problemy techniczne z odtwarzaniem e-materiałów

3. Wymagania techniczne

1. Struktura e-materiału

Każda strona e-materiału posiada na górze baner z informacją o nazwie zasobu oraz zawodach, dla których jest on przeznaczony. Nad banerem umiejscowiony jest przycisk „Poprzednia strona” wraz z tytułem poprzedniego zasobu tego e-materiału.

POPZEDNIA STRONA
Netografia i bibliografia

Przykład przycisku służącego do powrotu do poprzedniej strony

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Na dole strony znajduje się przycisk „Następna strona” z tytułem kolejnego zasobu. Te przyciski umożliwiają przeglądanie całego e-materiału.

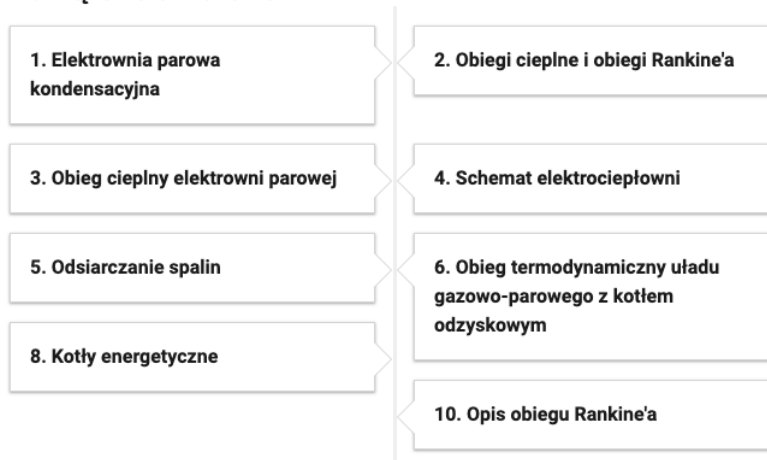
NASTĘPNA STRONA
Instrukcja użytkowania

Przykład przycisku nawigującego do następnej strony

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Pod każdym materiałem multimedialnym znajduje się przycisk z powiązаныmi ćwiczeniami/powiązanym ćwiczeniem. Aby przejść do takiego ćwiczenia, należy kliknąć dymek z nazwą kategorii i rodzajem ćwiczenia. Otworzy się wtedy osobna karta w przeglądarce z ćwiczeniem lub ćwiczeniami.

Powiązane ćwiczenia



Widok przykładowego przycisku ćwiczeń powiązanych z danym multimedium

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

W prawej, górnej części ekranu znajduje się pasek menu, w którym zebrane są przyciski dostosowujące e-materiał do odbiorców ze specjalnymi potrzebami. Dwa pierwsze przyciski z literą A i strzałką w górę lub w dół służą odpowiednio do powiększenia lub pomniejszenia wielkości czcionki. Cztery przyciski z literą A wpisaną w kwadraty służą do wyłączenia/włączenia trybu wysokiego kontrastu w trzech wariantach: czarno-białym, żółto-czarnym i czarno-żółtym. Ikona człowieka przełącza e-materiał do trybu dostępności.



Widok panelu umożliwiającego dostosowanie e-materiału do odbiorców ze specjalnymi potrzebami.

Odpowiednio od lewej strony: zmniejsz rozmiar czcionki, zwiększ rozmiar czcionki, wyłącz tryb wysokiego kontrastu, włącz czarno-biały tryb wysokiego kontrastu, włącz żółto-czarny tryb wysokiego kontrastu, włącz czarno-żółty tryb wysokiego kontrastu, przełącz tryb dostępności.

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

W trybie dostępności wszystkie elementy graficzne zastępowane są opisami alternatywnymi, które mogą być odczytywane przez generator mowy. Również ćwiczenia wykorzystujące grafiki zastępowane są ćwiczeniami alternatywnymi.

Wszystkie elementy e-materiału, czyli tekst, opisy alternatywne, przyciski nawigacyjne i funkcyjne, elementy dokumentacji, linki i odnośniki można odczytać za pomocą czytnika

ekranu. Funkcjonalność ta działa zarówno w trybie dostępności, jak i w standardowym widoku.

[Powrót do spisu treści](#)

Wprowadzenie

[Wprowadzenie](#) przedstawia ogólną informację, dla jakiej kwalifikacji i dla jakiego zawodu przeznaczony jest e-materiał. Posiada również spis treści, dzięki któremu można przejść do konkretnego materiału poprzez kliknięcie na ikonę.

Spis treści



Procesy w układach przetwarzania energii

Atlas interaktywny



Zakłady wytwórcze realizujące proces przetwarzania energii

Wizualizacja 3D

Przykładowy wygląd spisu treści

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

Materiały multimedialne

W ich skład wchodzi atlas interaktywny oraz wizualizacja 3D.

Atlas interaktywny

[Atlas interaktywny](#) podzielony jest na trzy części. W pierwszej części, będącej wstępem, zapoznasz się z ogólnym podziałem elektrowni ciepłych. Druga część to szczegółowo przedstawiony proces elektrowni parowo-gazowej, natomiast trzecia część multimedium obejmuje przebieg procesu elektrowni parowej kondensacyjnej.

Atlas posiada spis treści, dzięki któremu uczeń może, klikając na dany punkt, szybciej przenieść się na odpowiedni schemat wraz z jego szczegółowymi informacjami.

Spis treści

1. Ogólny podział elektrowni ciepłych - wstęp

2. Podział elektrowni parowo-gazowej

3. Proces elektrowni parowej kondensacyjnej

Przykładowy spis treści atlasu interaktywnego

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Pierwsza część składa się z rozwijanej tabeli, dotyczącej ogólnego podziału elektrowni ciepłych.

Ogólny podział elektrowni ciepłych
Elektrownią ciepłą nazywa się każdy zakład, który wytwarza (produkuje) energię elektryczną na potrzeby i skalę przemysłową. Produkcja ta odbywa się dzięki wykorzystaniu energii zawartej w paliwach konwencjonalnych (tzw. organicznych) oraz w jądrach atomów (uranu bądź plutonu). W kotle dwuciśnieniowym odzyskowym występują dwa poziomy ciśnienia. Turbina parowa wykorzystuje energię cieplną pary wodnej, wytworzonej w kotle do wytworzenia energii mechanicznej, która za pomocą wała jest przenoszona do generatora (prądnicy), produkującego energię elektryczną. W znacznej części elektrowni układ przemian energetycznych (czyli przemiana energii) zachodzi w procesie trójstopniowym. Paliwo (konwencjonalne lub jądrowe) podczas spalania daje ciepło, które transportowane jest do silnika cieplnego przetwarzającego energię (z mechanicznej w elektryczną)
<pre>graph LR; A[Energia paliwa] --> B[1]; B --> C[Energia cieplna (ciepło)]; C --> D[2]; D --> E[Energia mechaniczna]; E --> F[3]; F --> G[Energia elektryczna];</pre> 1-kocioł parowy (komora spalania, reaktor); 2-silnik cieplny (turbina parowa lub gazowa); 3-prądnica
Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.
Rodzaj silnika cieplnego
Rodzaj oddawanej energii
Status ekonomiczny
Rola i miejsce w systemie energetycznym

Przykładowy fragment rozwiniętego okna ogólnego podziału elektrowni ciepłych

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Następne dwie części to właściwe atlasy interaktywne. Każde z nich po lewej stronie posiada także spis treści.

Spis treści
<
Turbina gazowa, z wydzielonymi częściami sprężarek i komór spalania
>

2. Podział elektrowni parowo-gazowej

Schemat obiegu parowo-gazowego

Węzeł zasilania i redukcji gazu ziemnego

Czerpnie powietrza z filtrami i podgrzewaczami

Turbina gazowa, z wydzielonymi częściami sprężarek i komór spalania

Kocioł odzysknicowy, z wydzielonymi częściami parownika i przegrzewacza oraz podgrzewacza wody

Turbina parowa

Ogólny podział turbin parowych

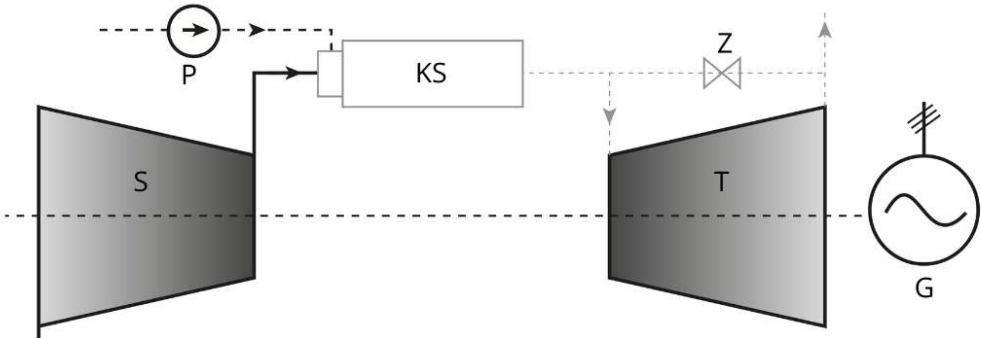
Kondensator (skraplacz)

Generator energii elektrycznej

Transformator blokowy

Turbina gazowa, z wydzielonymi częściami sprężarek i komór spalania, to silnik cieplny. W jego wnętrzu, a konkretniej – w maszynach wirnikowych – mają miejsce procesy sprężania i rozprężania. Sprężarka osiowa (S), połączona z turbiną (T) i generatorem (G), zasysa chłodne powietrze (najczęściej atmosferyczne). Następnie zostaje ono sprężone (do ok. 1,5-3,5 MPa) i przetransportowane do komory spalania (KS), gdzie łączy się z paliwem i spala w stałym, wysokim ciśnieniu. Powstałe gorące spaliny (ponad 1200°C) przenoszone są do turbiny (T), która rozpręża je do ciśnienia zbliżonego do atmosferycznego, a następnie wyprowadza na zewnątrz (do atmosfery), zamykając obieg urządzenia. Energia włożona w sprężanie powietrza w sprężarce (S) jest mniejsza niż energia wytworzona w turbinie (T), co pozwala wygenerować energię elektryczną.

Warto pamiętać, że nazwa *turbina* jest określeniem jednego z elementów układu, jak i globalnej jego nazwy – **turbina gazowa**. Przedstawiony schemat dotyczy funkcjonowania **turbiny gazowej w układzie prostym**, gdyż jest on obecnie najczęściej stosowanym rozwiązaniem. Ponadto ze względu na obieg ciepła w **turbinie gazowej** wyróżnia się: **układy złożone** (posiadają m.in. wiele komór spalania), które dodatkowo mogą być otwarte, zamknięte, półzamknięte, jedno- i wielowalowe; posiadające przepływ prosty, krzyżowy, szeregowy lub równoległy.



Przykładowy widok jednego z dwóch atlasów interaktywnych

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

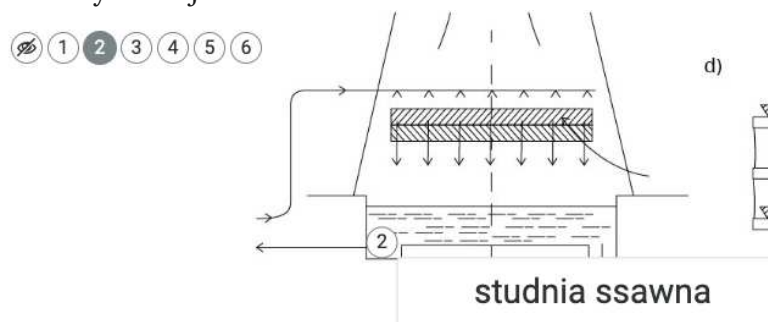
Uczeń ma możliwość wybierać dowolne treści ze spisu treści lub przeglądać je po kolei za pomocą górnego panelu i strzałek w prawo i w lewo.

<
Ogólny podział turbin parowych
>

Panel przesuwania treści atlasu interaktywnego w prawo i w lewo

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Pod atlasami znajdują się dodatkowo dwie grafiki interaktywne dotyczące budowy chłodni kominowej oraz chłodni wentylatorowej. Posiadają numerowane pola, które nazywają określone części budowy danej chłodni.



Chłodnia kominowa

Zadaniem chłodni kominowej jest schłodzić wodę wykorzystywaną w obiegu cieplnym elektrowni. W chłodni schładzana woda pompowana jest do urządzenia rozprowadzającego wodę. Następnie opada w postaci deszczu na zraszalnik i odprowadzona do zbiornika pod chłodnią.

- schematyczny układ chłodni,
- wodorozdzielacz otwarty,
- wodorozdzielacz ciśnieniowy,
- zraszalnik rozpryskowy,
- zraszalnik ociekowy z płyt falistych.

Przykładowy widok grafiki interaktywnej, uzupełniającej materiał multimedialny

Wizualizacja 3D

Wizualizacja 3D jest szczegółowym przedstawieniem najważniejszych zakładów przetwarzających energię: elektrociepłowni, elektrowni na paliwo stałe oraz elektrowni gazowej.

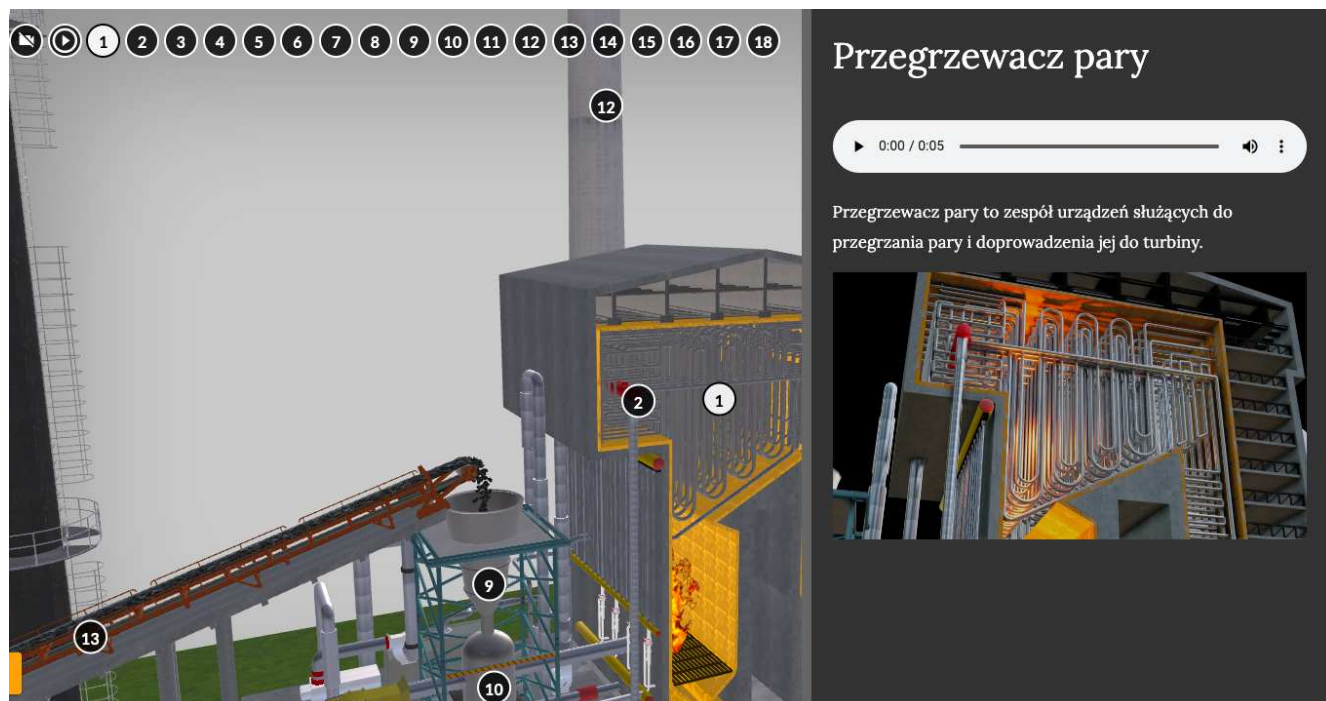


Podstawowy widok jednej z wizualizacji 3D

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Wizualizacja zawiera także numerowane pola. Po kliknięciu na jedno z nich, pojawia się dodatkowe pole ze szczegółowymi informacjami.

Po kliknięciu i przytrzymaniu prawego przycisku myszki można przesuwając model w różne strony. Po kliknięciu i przytrzymaniu prawego przycisku myszy na polu modelu 3D możliwe jest przesuwanie go w prawo, lewo, górę i dół.



Przykładowy widok wizualizacji 3D po rozwinięciu szczegółowych informacji

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Po kliknięciu na przekreśloną kamerę w lewym górnym rogu można zresetować kamerę.



Znacznik resetujący kamerę umożliwia powrót do wersji startowej

Źródło: Contentplus.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Po kliknięciu znaku pauza w lewym górnym rogu można zatrzymać kamerę.



Znacznik zatrzymujący kamerę umożliwia zatrzymanie obrazu oraz zresetowanie modelu do postaci wyjściowej

Źródło: Contentplus.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Przy informacjach dotyczących budowy elektrowni dostępna jest również możliwość odsłuchania opisów. Nagrania można odsłuchać, można je również zatrzymać, korzystając z panelu odtwarzacza.



Panel umożliwiający odsłuchanie szczegółowych informacji

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Aby odtworzyć głos lektora czytającego szczegółowe informacje wizualizacji, należy kliknąć na ikonkę trójkąta, znajdującą się w dolnym lewym rogu:



Ikona trójkąta, która pozwala odtworzyć nagranie lektora

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ikona zmieni się w poniższy znak. Żeby zatrzymać odtwarzanie, należy go kliknąć.



Ikona dwóch pionowych pasków pozwala zatrzymać nagranie

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ikona głośnika pozwala ściszyć lub podgłośnić dźwięk.



Ikona głośnika pozwala ściszyć lub podgłośnić dźwięk odtwarzania

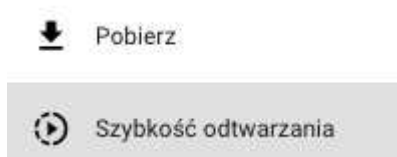
Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ikona trzech pionowych kropek umożliwia rozwinięcie możliwości: pobierania i zmiany szybkości odtwarzania.



Ikona trzech kropek umożliwia wybór dwóch opcji: pobierania i zmiany szybkości odtwarzania

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.



Opcja pobierania i zmiany szybkości odtwarzania

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

Obudowa dydaktyczna

W jej skład wchodzi interaktywne materiały sprawdzające, słownik pojęć dla e-materiału, przewodnik dla nauczyciela, przewodnik dla uczącego się, netografia i bibliografia.

Interaktywne materiały sprawdzające

[Interaktywne materiały sprawdzające](#) zawierają pytania w formie testowej, dzięki którym uczeń może sprawdzić stan swojej wiedzy. Pytania zawierają polecenia, z których wynika, w jaki sposób należy udzielić odpowiedzi (np. zaznaczyć, wpisać, dopasować). Po udzieleniu odpowiedzi wyświetla się informacja, czy była ona prawidłowa, czy nieprawidłowa.

Każde zadanie znajduje się w osobnej zakładce:



Oznaczenia poziomu trudności zadań

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik pojęć dla e-materiału

Słownik pojęć umożliwia zapoznanie się ze słowami kluczowymi i ich definicjami dotyczącymi e-materiału. Ponad pojęciami znajduje się wyszukiwarka pojęć. Należy wpisać w prostokątne pole określoną literę, a pojęcia zostaną przefiltrowane. Umożliwia to użytkownikowi znalezienie interesującego go zagadnienia. Pod każdą definicją znajdują się linki do materiałów multimedialnych, w których zostało użyte dane pojęcie.

W górnej części słownika znajduje się instrukcja korzystania ze słownika oraz pole do filtracji pojęć. Aby odnaleźć jakieś pojęcie, należy je wpisać w polu filtracji. Po wpisaniu widoczne będzie tylko to pojęcie wraz z definicją. Aby wrócić do listy wszystkich pojęć, należy kliknąć krzyżyk w prawej części pola filtracji.

Instrukcja korzystania ze słownika

Słownik pojęć do e-zasobu zawiera hasła oraz ich definicje. Hasła zostały ułożone w kolejności alfabetycznej. Wybrane pojęcia zawierają również odsyłacze (linki) do elementów składowych e-zasobu, w których zostały użyte.

Poprawne korzystanie ze słownika pojęć pozwoli ci opanować podstawowy zasób słownictwa branżowego oraz ułatwi przyswojenie wiedzy zawartej w e-materiale.

Filtruj pojęcie X

absorber
urządzenie służące do pochłaniania określonych składników gazów przez ciecz

- Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”

autotransformator
transformator posiadający tylko jedno uzwojenie, pełniące rolę uzwojenia pierwotnego i wtórnego (galwaniczne połączenie uzwojenia dolnego i górnego). Stosowany jest do sprzęgnięcia rozdzielnic o napięciach różniących się o jeden stopień

- Atlas „Procesy w układach przetwarzania energii”

Widok na górną część słownika z polem filtrowania haseł słownika

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Przewodnik dla nauczyciela

Przewodnik dla nauczyciela zawiera szczegółowe informacje o celach i efektach kształcenia, które zapewnić ma e-materiał. Posiada informację o strukturze e-materiału i powiązaniach pomiędzy jego elementami, a także wskazówki, jak wykorzystać go w pracy

dydaktycznej. Można tam też znaleźć spis wymagań technicznych niezbędnych do pracy z e-materiałem. Na górze przewodnika znajduje się spis treści, który umożliwia przejście do konkretnego fragmentu tekstu. W strukturze e-materiału opisywane multimedia posiadają aktywne linki. Klikając na nie, można przejść do strony z danym multimedialnym.

Przewodnik dla uczącego się

[Przewodnik dla uczącego się](#) przedstawia strukturę e-materiału oraz zawiera instrukcję, jak korzystać z materiałów w procesie samokształcenia. Można tam też znaleźć spis minimalnych wymagań technicznych umożliwiających korzystanie z e-materiału. Na górze przewodnika znajduje się spis treści, który umożliwia przejście do konkretnego fragmentu tekstu. W strukturze e-materiału opisywane multimedia posiadają aktywne linki. Klikając na nie, można przejść do strony z danym multimedialnym.

Netografia i bibliografia

[Netografia i bibliografia](#) zawiera spis linków i pozycji bibliograficznych, na podstawie których tworzone były materiały zawarte w e-materiale.

[Powrót do spisu treści](#)

2. Problemy techniczne z odtwarzaniem e-materiałów

W przypadku problemów z wyświetlaniem się elementów w e-materiale należy upewnić się, że urządzenie (komputer, laptop, smartfon itp.) ma dostęp do sieci internetowej. Czasami zbyt wolne łącze internetowe może spowodować wolne ładowanie się stron, szczególnie w przypadkach, gdy znajdują się na nich multimedia takie jak film, wizualizacje 3D lub animacje 3D. W takiej sytuacji zalecane jest sprawdzenie, co może spowalniać internet. Najczęściej jest to otwarcie zbyt wielu zakładek w przeglądarce internetowej, przeciążenie systemu (zbyt wiele otwartych aplikacji).

Jeżeli użytkownik korzysta z internetu mobilnego, słaba jakość połączenia może być spowodowana wyczerpaniem się danych pakietowych w ofercie.

[Powrót do spisu treści](#)

3. Wymagania techniczne

Wymagania sprzętowe niezbędne do korzystania z poradnika oraz innych materiałów platformy www.zpe.gov.pl.

System operacyjny:

- Windows 7 lub nowszy (przy czym Windows 7 nie jest już wspierany przez Microsoft);

- OS X 10.11.6 lub nowszy;
- GNU/Linux z jądrem w wersji 4.0 lub nowszej 3GB RAM.

Przeglądarka internetowa we wskazanej wersji lub nowszej:

- Chrome w wersji 69.0.3497.100;
- Firefox w wersji 62.0.2;
- Safari w wersji 11.1;
- Opera w wersji 55.0.2994.44;
- Microsoft Edge w wersji 42.17134.1.0;
- Internet Explorer w wersji 11.0.9600.18124.

Urządzenia mobilne:

- 2GB RAM iPhone/iPad z systemem iOS 11 lub nowszym;
- Tablet/smartphone z systemem Android 4.1 (lub nowszym) z przeglądarką kompatybilną z Chromium 69 (lub nowszym) np. Chrome 69, Samsung Browser 10.1, szerokość co najmniej 420 px.

[Powrót do spisu treści](#)