



Politechnika Wroclawska

Ochrona środowiska
W
technologii chemicznej

Ewa Lorenc-Grabowska

F3-128

ewa.lorenc-grabowska@pwr.edu.pl



- A czym jest Technologia ?



Technologie można rozumieć jako kombinację wiedzy, umiejętności, doświadczenia i rozwiązań organizacyjnych wykorzystywanych do produkcji i użytkowania towarów i usług w celu zaspokajania potrzeb ludzkich.



Technologia

- Jako jeden z czynników produkcji mówi jak dużo możemy wytworzyć przy użyciu danej ilości kapitału i pracy.
- Obejmuje wszystko co wpływa na wydajność pracy i produktywność kapitału.

- **Technologia** - zawiera w sobie sposoby korzystania z produktów i procesów stworzonych przez inżynierów po to by zaspokoić nasze potrzeby.





Technologia vs Nauka

Technologia

- Studia nad światem stworzonym przez człowieka i dla człowieka
- Dotyczy tego co:
„Może być”



Nauka

- Studia nad światem naturalnym
- Dotyczy tego co:
„jest”





Typy technologii

Informacyjna

Komunikacyjna

Rolnictwo
bio

Medycyna

Środowiska

Technologia

Wytwarzanie

Transport

Energia

Nanotechnologia



Technologia informacyjna

- Technologia informacyjna pozwala na przesyłanie sygnałów dookoła świata w kilka sekund
- Internet, telewizja, satelity, GPS, telefony



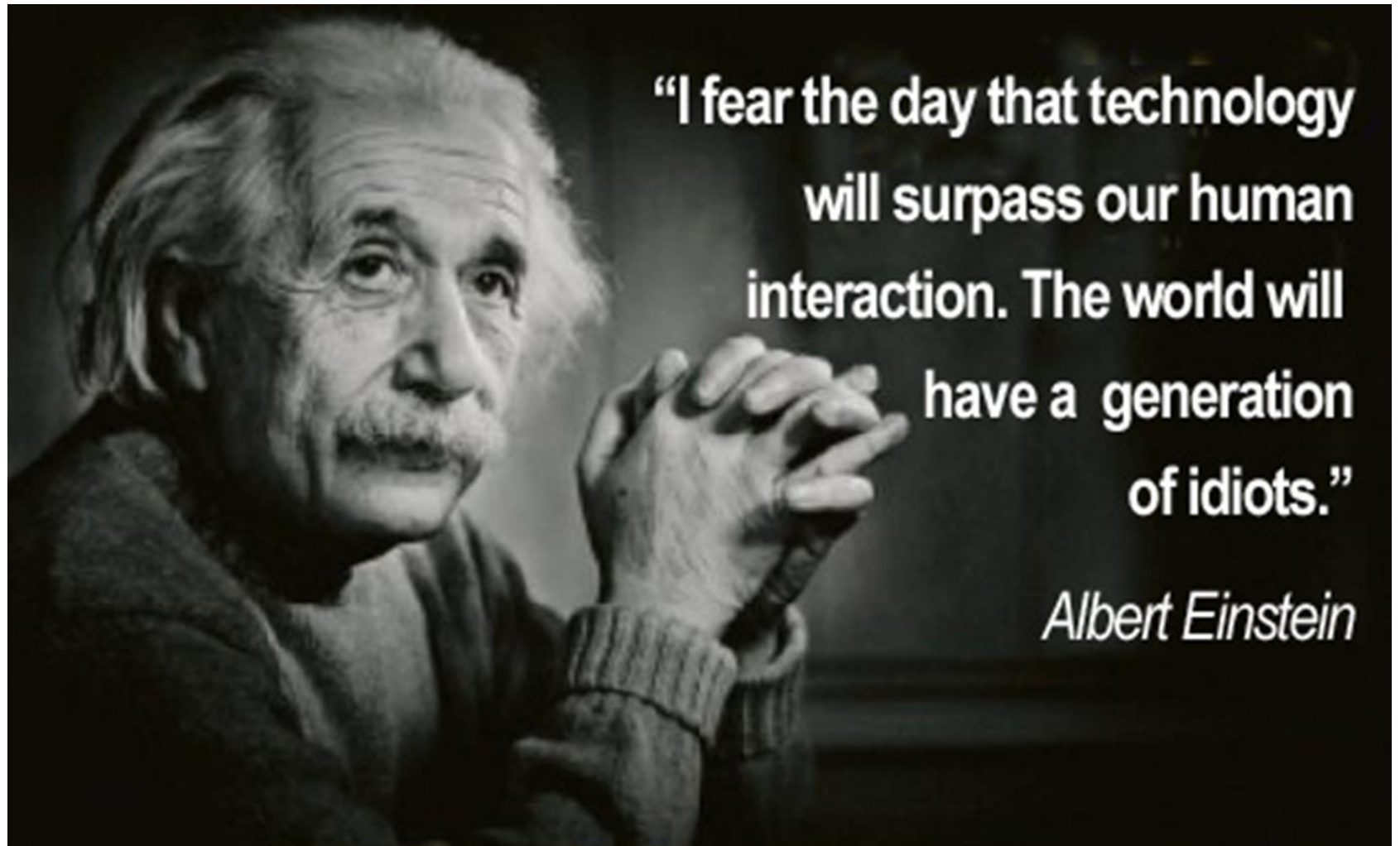


Technologia komunikacyjna

- Technologia komunikacyjna pozwala na przekazywanie, wymianę i gromadzenie informacji
- Kamery, czasopisma, DVD, gry video



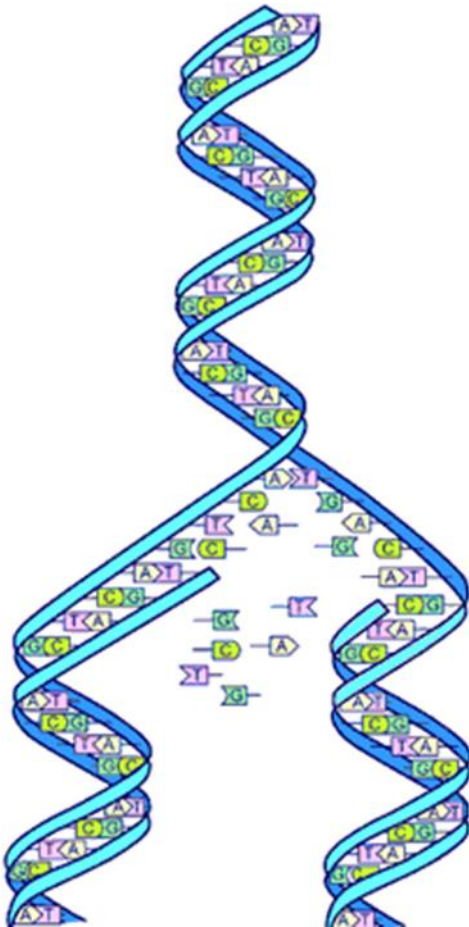




**“I fear the day that technology
will surpass our human
interaction. The world will
have a generation
of idiots.”**

Albert Einstein

Technologia bio-powiązana



- **Biotechnologia-** transformuje żywe organizmy w nowe formy życia lub użyteczności:
- **Medycyna, inżynieria genetyczna, bionika**



Technologia rolnicza

- **Agro-technologie** wspomaga produkcję i hodowlę roślin, zwierząt
- Nawozy, nawadnianie, ochrona żywności, kontrola insektów





Technologia medyczna



- Stwarza narzędzia pozwalające diagnozować i leczyć choroby.
- Lasery, X-ray, ultrasonografy, leki





Technologia budowlana/konstrukcyjna

- Technologia budowlana buduje konstrukcje, które wspierają i chronią nas przed środowiskiem.
- Przykłady: budownictwo mieszkaniowe (domy), budowa mostów, budowa dróg





Technologia materiałowa



- opracowuje materiały o doskonałych, wyjątkowych kombinacjach właściwości mechanicznych, chemicznych i elektrycznych.
- tworzywo sztuczne wolne od BpA, izolacja z azbestu,
- odzież przeciw komarom,
- sztuczne przeszczepy skóry ofiar poparzeń,
- okładziny kompozytowe



Technologia transportu

- Zapewnia możliwość przemieszczania ludzi, zwierząt, produktów i materiałów z jednej lokalizacji do drugiej.



- samolot, rakieta, prom kosmiczny



- samochód, pociąg, metro, samochód, rower

- tankowiec, statek wycieczkowy

Non-vehicle - przenośniki taśmowe, rurociągi



Energetyka



- opracowuje bardziej wydajne sposoby wykorzystania odnawialnych i nieodnawialnych źródeł energii.
- Przykłady: energia wiatrowa, energia hydroelektryczna, energia słoneczna, energia pływów, energia geotermalna, energia jądrowa, ropa naftowa (benzyna / olej napędowy), węgiel, gaz ziemny



Nanotechnologia

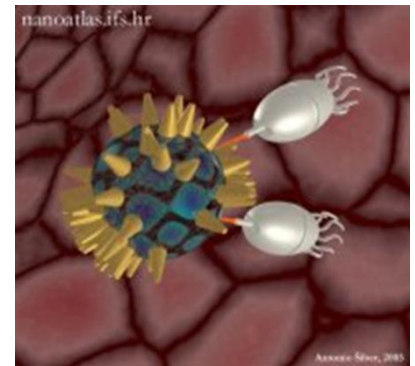
- manipuluje materiałami na poziomie atomowym lub molekularnym.

Przykłady:

wszczepione czujniki,

nanoboty,

produkcja molekularna





Technologia środowiskowa

tworzy narzędzia minimalizujące wpływ technologii na rozwój żywych stworzeń.

Przykłady

gospodarowania odpadami i recyklingu,
pojazdów hybrydowych, ochrony,



Technologia produkcyjna

- to produkcja dóbr materialnych na linii produkcyjnej i budowa konstrukcji na placu budowy.





Elementy technologii

- **hardware** - wyposażenie fizyczne niezbędne do wykonywania zadań i operacji, czyli maszyny, urządzenia, systemy, itp.,
- **software** - wiedza, jak używać hardware (programy, bazy danych, projekty),
- **brainware** - świadomość istnienia technologii, zdolność i gotowość jej użycia, kompetencje pracowników, warunki organizacyjne, kultura innowacyjna.



TECHNOLOGIE

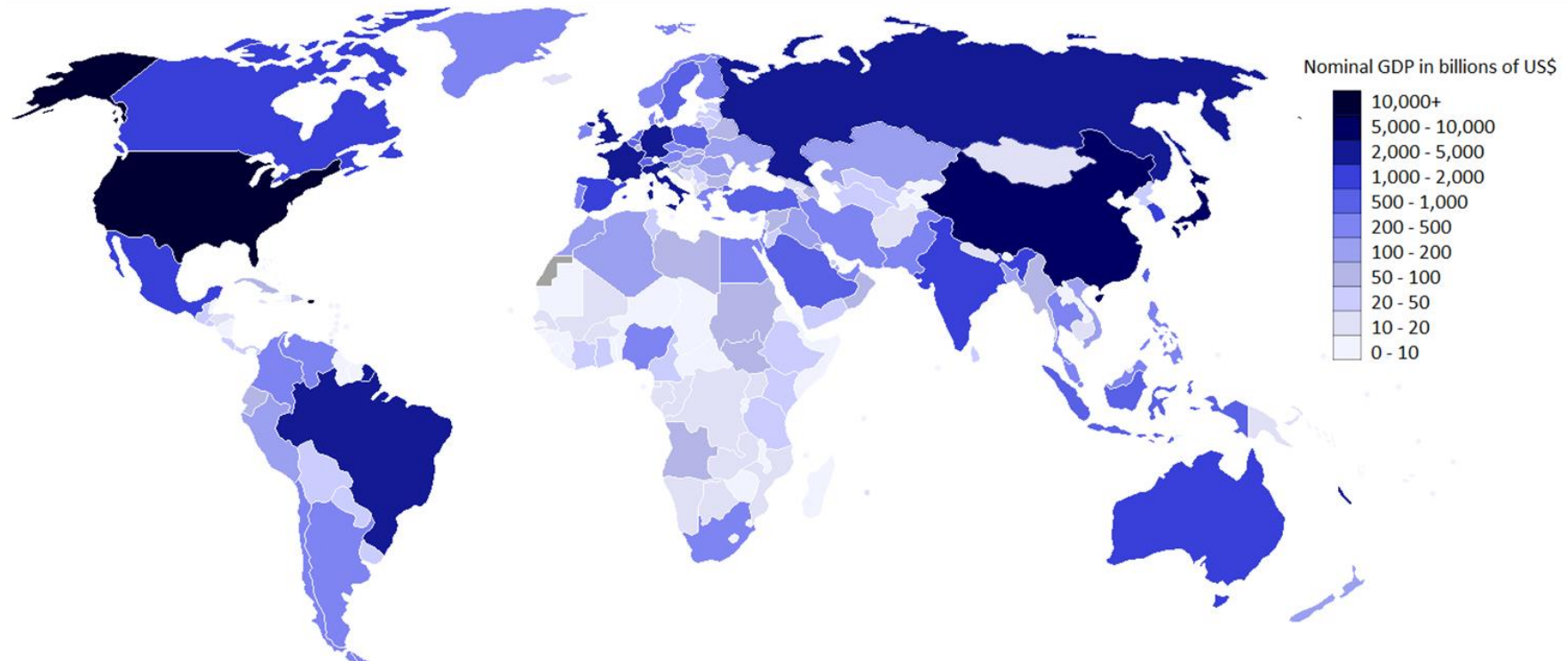
DOBROBYT



**Dominująca rola
gospodarek
„Państw Zachodu”**

PKB

PKB opisuje zagregowaną wartość dóbr i usług finalnych wytworzonych na terenie danego kraju w określonej jednostce czasu





Technologia chemiczna

dyscyplina naukowa z pogranicza dziedzin nauk technicznych i chemicznych, która zajmuje się - wraz z inżynierią chemiczną i procesową:

- metodami przekształcania różnorodnych surowców w użyteczne produkty;
- odgrywa ważną rolę np. w czasie wprowadzania nowych wyrobów i nowych technologii,
- modernizacji i optymalizacji warunków prowadzenia znanych procesów (z uwzględnieniem zagadnień ochrony środowiska),
- opracowywania metod monitorowania i automatycznej kontroli przebiegu procesów



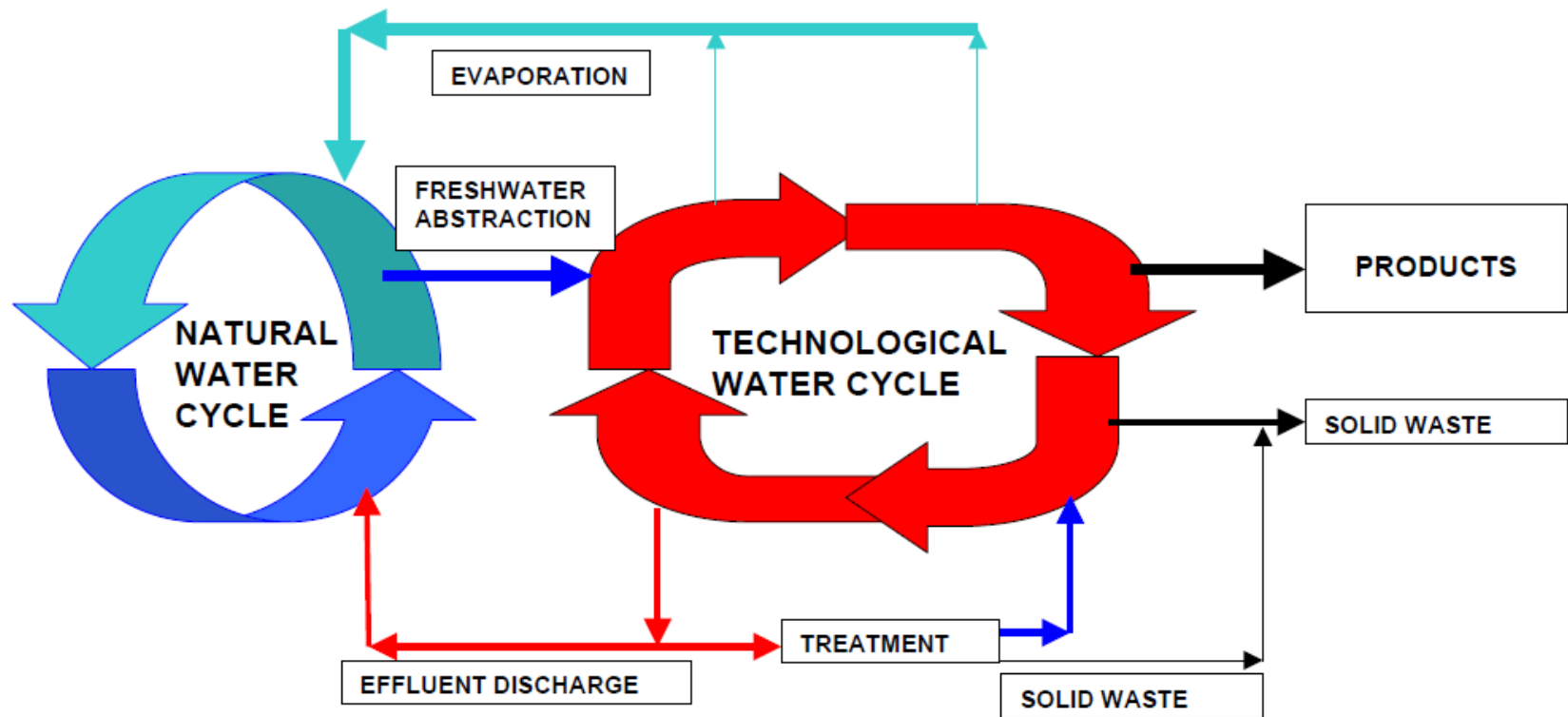
Czysta produkcja

- oznacza oszczędność surowców,
- oszczędność wody (stosowanie tzw. obiegów zamkniętych)
- oszczędność energii
- eliminację surowców toksycznych
- ograniczenie negatywnego oddziaływania produktu na środowisko – od jego wytworzenia do utylizacji;
- redukcji odpadów u źródła oraz ich recykulację, tj. ponowne użycie do produkcji (wykorzystanie surowców wtórnych – np. opakowań, makulatury, złomu metal.); również zmniejszenie zużycia surowców przyczynia się do zmniejszenia ilości odpadów.



Czyste technologie-idea

From effluent discharge to **ZERO DISCHARGE**





Ochrona środowiska

całokształt działań zmierzających do:

- naprawienia wyrządzonych szkód lub zapobiegających wyrządzeniu szkód fizycznemu otoczeniu lub zasobom naturalnym,
- jak też działania zmierzające do zmniejszenia ryzyka wystąpienia takich szkód,
- bądź zachęcające do bardziej efektywnego wykorzystywania zasobów naturalnych,
- w tym środki służące oszczędzaniu energii i stosowania odnawialnych źródeł energii



Ochrona środowiska a proces technologiczny

ETAP I zastosowanie SKUTECZNYCH technologii:

- ▫ Odpylania
- ▫ Oczyszczania gazów odlotowych
- ▫ Oczyszczania ścieków
- ▫ Usuwania i zagospodarowania odpadów stałych

ETAP II zastosowanie technologii mało- i bezodpadowych



Ochrona środowiska a proces technologiczny

PODSTAWOWE KANONY

obowiązującymi we wszystkich prawidłowo prowadzonych **procesach technologicznych**:

- ▫ Maksymalne wykorzystanie surowców
- ▫ Maksymalne wykorzystanie energii
- ▫ Maksymalne wykorzystanie urządzeń i aparatury
- ▫ Umiar technologiczny



Hierarchia działań prośrodowiskowych w zakresie technologii wytwarzania

-
- Technologie bezodpadowe
 - Technologie niskoodpadowe
 - Odzysk i recykulacja odpadów
 - Zastosowanie technologii obróbki i oczyszczania gazów odlotowych, ścieków i odpadów (działania na „końcu rury”)
 - Składowanie i rozpraszanie odpadów



Możliwości ingerencji w procesy technologiczne celem redukcji strumienia zanieczyszczeń i odpadów powodujących degradację środowiska

- Ingerencja w dziedzinie surowców.

Stosowany surowiec powinien być bogaty i wolny od toksycznych zanieczyszczeń
(wzbogacanie surowców, gazyfikacja paliw stałych, odsiarczanie paliw)



Możliwości ingerencji w procesy technologiczne celem redukcji strumienia zanieczyszczeń i odpadów powodujących degradację środowiska

- Stosowanie nisko-energetycznych technologii
- Zmiana technologii na nowoczesne, wydajne i charakteryzujące się emisją minimalnych strumieni zanieczyszczeń i odpadów



Możliwości ingerencji w procesy technologiczne celem redukcji strumienia zanieczyszczeń i odpadów powodujących degradację środowiska

- Utylizacja, względnie unieszkodliwianie strumienia odpadów albo jeśli możliwe ich recykulacja
- Stosowanie rozwiązań systemowych, gdzie odpad z jednej branży może stanowić surowiec w innej
- Stosowanie sprawnych i wydajnych urządzeń do oczyszczania gazów i ścieków



KLASYFIKACJA ODPADÓW i ZANIECZYSZCZEŃ

Podział odpadów ze względu na możliwości ich wykorzystania:

- odpady przejściowe
- odpady końcowe

Podział odpadów według źródeł ich pochodzenia:

- naturalne
- sztuczne



KLASYFIKACJA ODPADÓW (ZANIECZYSZCZEŃ)

Podział odpadów ze źródeł sztucznych:

- komunalne
- przemysłowe
- energetyczne
- transportowe
- rolnicze



Podstawowa Klasyfikacja Zanieczyszczeń Środowiska

Parametr klasyfikujący	Wyjaśnienie	Przykłady
Charakter zanieczyszczeń	Fizyczne Biologiczne Chemiczne	Promieniowanie Bakterie
Stan skupienia zanieczyszczeń	Gazowe Ciekłe Stałe	Gazy odlotowe z elektrociepłowni Ścieki komunalne Odpady składowane na składowiskach odpadów
Typ źródła emisji	Działalność przyrody Działalność człowieka (antropopresja)	Emisja naturalna (biogeniczna) Emisja lotnych związków organicznych przez roślinność Emisja antropogeniczna Działalność przemysłowa Rolnictwo Transport Wytwarzanie ciepła i energii



Charakter emisj	Zorganizowana Nieorganizowana	Elektrociepłownie Osiedle domków jednorodzinnych
Miejsce zrzutu zanieczyszczenia	Atmosfera Wody powierzchniowe Gleba i osady	
Kształt źródła emisji	Punktowe (bezwymiarowe) Liniiowe (jednowymiarowe) Powierzchniowe (dwuwymiarowe) Objętościowe (trójwymiarowe)	Komin Otwarty kanał ściekowy Osiedle domów jednorodzinnych Instalacje czy też urządzenia Technologiczne



Profil procesu emisji	Ciągły Okresowy	Emisja strumienia gazów z elektrowni czy też elektrociepłowni Emisja spalin z rury wydechowej pojazdu mechanicznego
Postać fizyczna zanieczyszczeń	Gazy i pary Pyły Aerozole Odpady stałe Ścieki	
Charakterystyka chemiczna zanieczyszczeń	Związki organiczne Związki nieorganiczne	

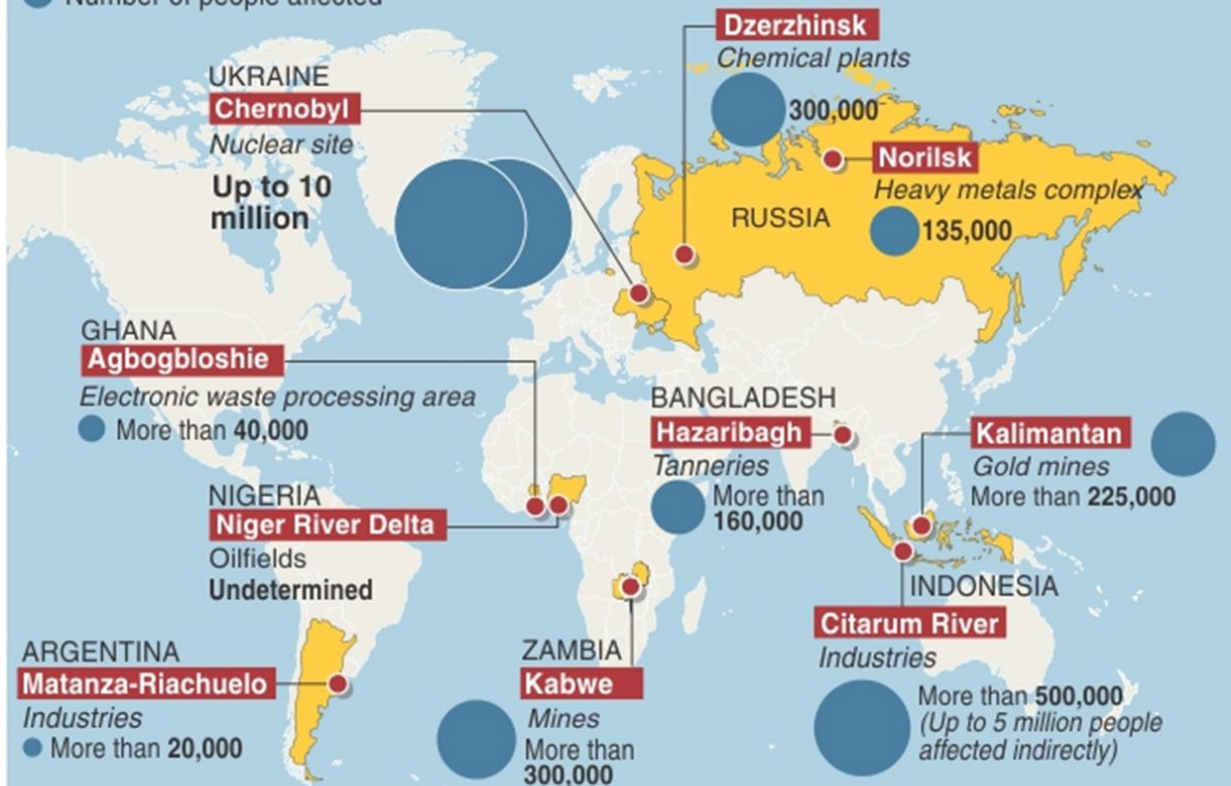


Miejsce powstania zanieczyszczenia	Zanieczyszczenia pierwotne Zanieczyszczenia wtórne	Kwaśne deszcze Smog
Status prawny zanieczyszczeń	Podlegające uregulowaniom prawnym Nie podlegające uregulowaniom prawnym	

WORLD'S MOST POLLUTED PLACES

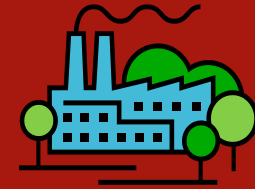
Top 10

● Number of people affected





Katastrofy ekologiczne



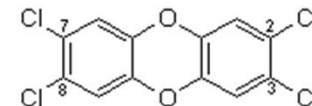
1930 r Belgia, dolina rzeki Mozy, ponad 6 tys chorych, 63 osoby zmarły. (dwutlenek siarki, siarkowodór, tlenki azotu, tlenek węgla w znacznie wyższych stężeniach).

1948r w ośrodku w stanie Pensylwania w Stanach Zjednoczonych zachorowało około 13 tys. 28 osób zmarło na - szkodliwe składniki wydzielane przez liczne huty ołowiu i żelaza.

W Londynie **od 5 do 8 grudnia 1952 roku**. - zgon 4000 osób i wzrost stężenia dwutlenku siarki (około 20- krotny) oraz ilości dymu w powietrzu około (10 – krotny) - „**smog londyński**”. 1956 (II smog – 1 tys. ofiar), 1957, 1958 i 1962.

1967r - katastrofa tankowca w Kanale „la Manche” - 120 tys. ton ropy - około 60km od wybrzeży Wielkiej Brytanii na obszarze około 850 km²

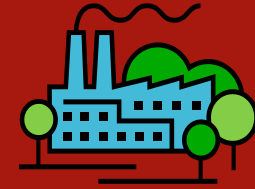
1976r. Włochy, Sevezo na północ od Mediolanu, obszar około 320 hektarów ziemi został skażony polichlorowanymi dioksynami.



2,3,7,8 – tetrachlorodibenzo – p - dioksyna



Katastrofy ekologiczne



1984 r., Indie Katastrofa spowodowana przez wyciek izocyjanku metylu z fabryki w Bhopalu w Indiach. Szacunki mówią o 3800 przypadkach śmiertelnych wywołanych bezpośrednim zatruciem i o przynajmniej kilku tysiącach poszkodowanych w inny sposób .

1986r., Ukraina, Katastrofa spowodowana wybuchem reaktora jądrowego w Czarnobylu na Ukrainie

1989r. Alaska, Tankowiec MT Exxon Valdez

1991 r. Katastrofa ekologiczna spowodowana podpaleniem szybów ropy naftowej w Zatoce Perskiej.

2010r. Wyciek z platformy wiertniczej BP w Zatoce Meksykańskiej

2010r. Węgry, Wyciek toksycznych substancji

2011r. Uszkodzenie elektrowni atomowej w Japonii

- Nawet bez katastrof ekologicznych do środowiska trafia sporo odpadów



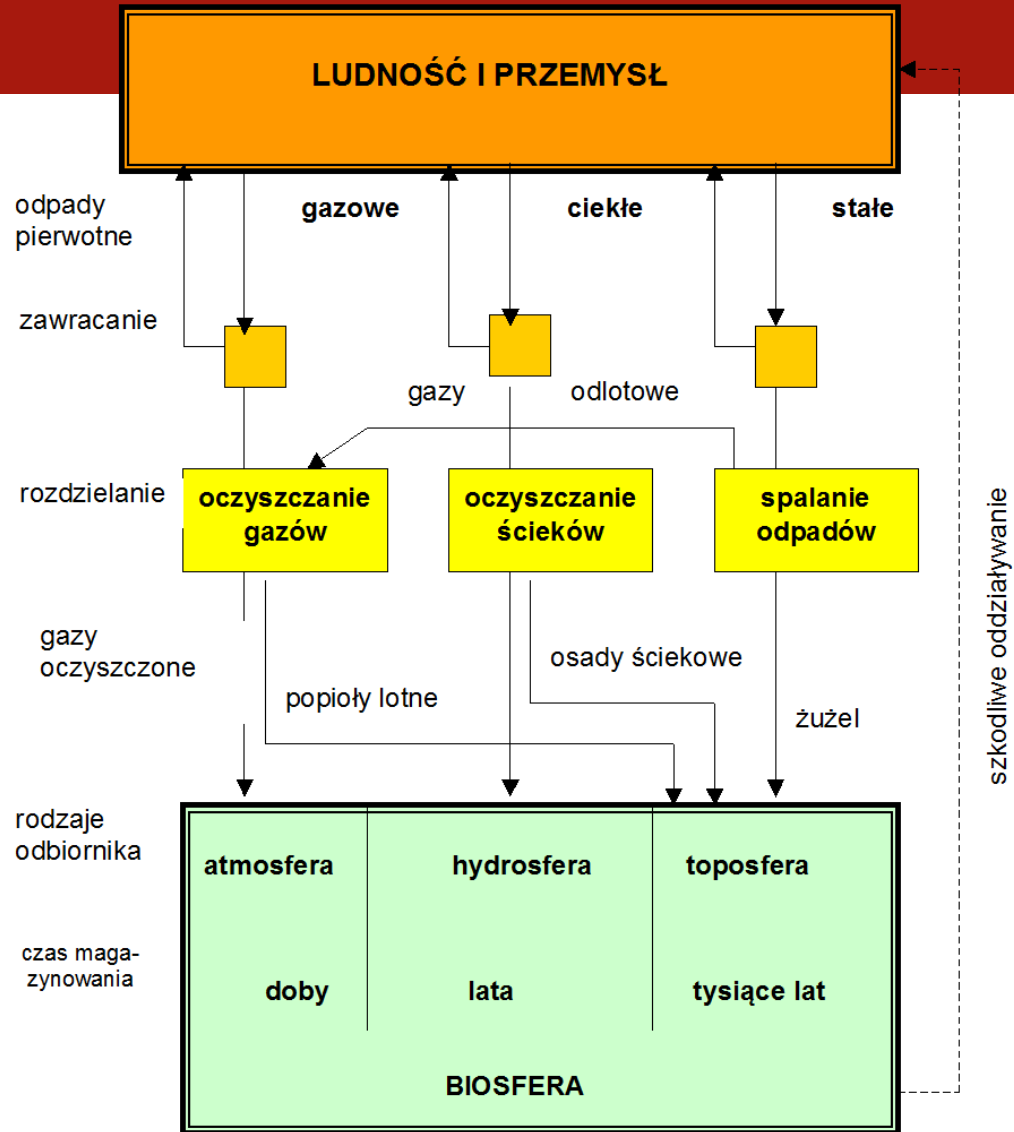


Według ekspertów UNESCO obecnie najgroźniejszymi czynnikami zanieczyszczającymi są:

- dwutlenek węgla (CO₂)** — jedna z przyczyn efektu cieplarnianego,
- tlenek węgla (CO)**,
- **dwutlenek siarki i dwutlenek azotu (SO₂ i NO₂)**, powodujące zakwaszenie środowiska,
- fosfor**, wywołujący eutrofizację,
- rtęć i ołów**, ulegające bioakumulacji,
- ropa naftowa**,
- DDT i inne pestycydy**
- **promieniowanie.**



Drogi przepływu substancji odpadowych



Człowiek jako producent odpadów:

- dziecko urodzone dzisiaj do 75 lat:

·

wytworzy 52 tony odpadów

·

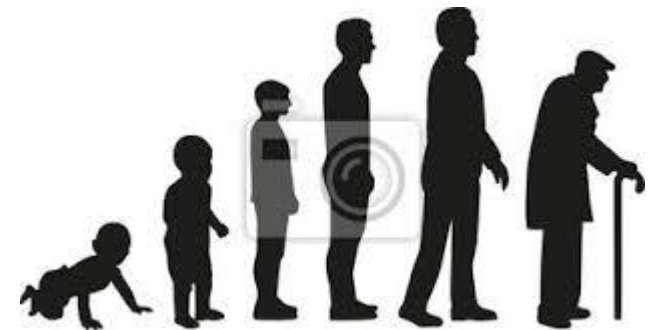
zużyje 182 mln l wody

·

zużyje 2275 baryłek ropy naftowej



LEARUG HOSSAIN SEARCHING FOR LIVING





Produkcja zanieczyszczeń - Antropopresja

- ❑ Energetyczne spalanie paliw

(zaspokajanie potrzeb na ciepło i energię)

- ❑ Zaspokajanie potrzeb transportowych

- ❑ Chemizacja rolnictwa (wytworzenie żywności)

- ❑ Działalność przemysłowa

zaspokajanie zapotrzebowania na dobra konsumpcyjne

- ❑ Funkcjonowanie gospodarstw domowych

Inne....jakie?



Kierunki działań na rzecz ochrony środowiska w przemyśle

- Rozcieńczanie
- Oczyszczanie nośników
- Recyrkulacja medium nośnego
- Zmiana technologii
- Czyste technologie i biotechnologie



Szczeble rozwoju technologii

Technologia:

- Brudna
- Mniej brudna
- Konwencjonalna
- Niskoodpadowa
- Czysta



Szczeble rozwoju technologii

Technologia	Cechy charakterystyczne
Brudna	Brak kontroli procesu technologicznego i brak kontroli powstających zanieczyszczeń (jest to np. typowe w polskich gospodarstwach rolniczych)



Szczeble rozwoju technologii

Technologia	Cechy charakterystyczne
Mniej brudna	Próby wprowadzenia kontroli i sterowania powstającymi zanieczyszczeniami, doprowadzenie do stanu, w którym powstające zanieczyszczenia są rozpoznawalne, segregowane i gromadzone w określonym miejscu (przykładem może być np. technologia małej rzeźni wiejskiej)



Szczeble rozwoju technologii

Technologia	Cechy charakterystyczne
Konwencjonalna	<p>Doprowadza się do zbudowania oczyszczalni ścieków, stacji oczyszczania gazów kominowych oraz wysypiska śmieci.</p> <p>Przechodzi się przez trzy stadia rozwoju:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Oczyszczalni na „końcu kolektora/komina”b) Wprowadzenie „praktycznie najlepszych technologii”c) Wprowadzenie „najlepszych dostępnych technologii”



Szczeble rozwoju technologii

Technologia	Cechy charakterystyczne
Niskoodpado wa	Wprowadza się recyrkulację zanieczyszczeń w procesie technologicznym albo użytkuje się zanieczyszczenia jako surowiec do produkcji. Prowadzić to musi do dużych zmian w procesach technologicznych oraz zjawiska substytucji (zastępowania) wykorzystywanych surowców (przykładem przechodzenie w energetyce ze źródeł nieodnawialnych na źródła odnawialne)

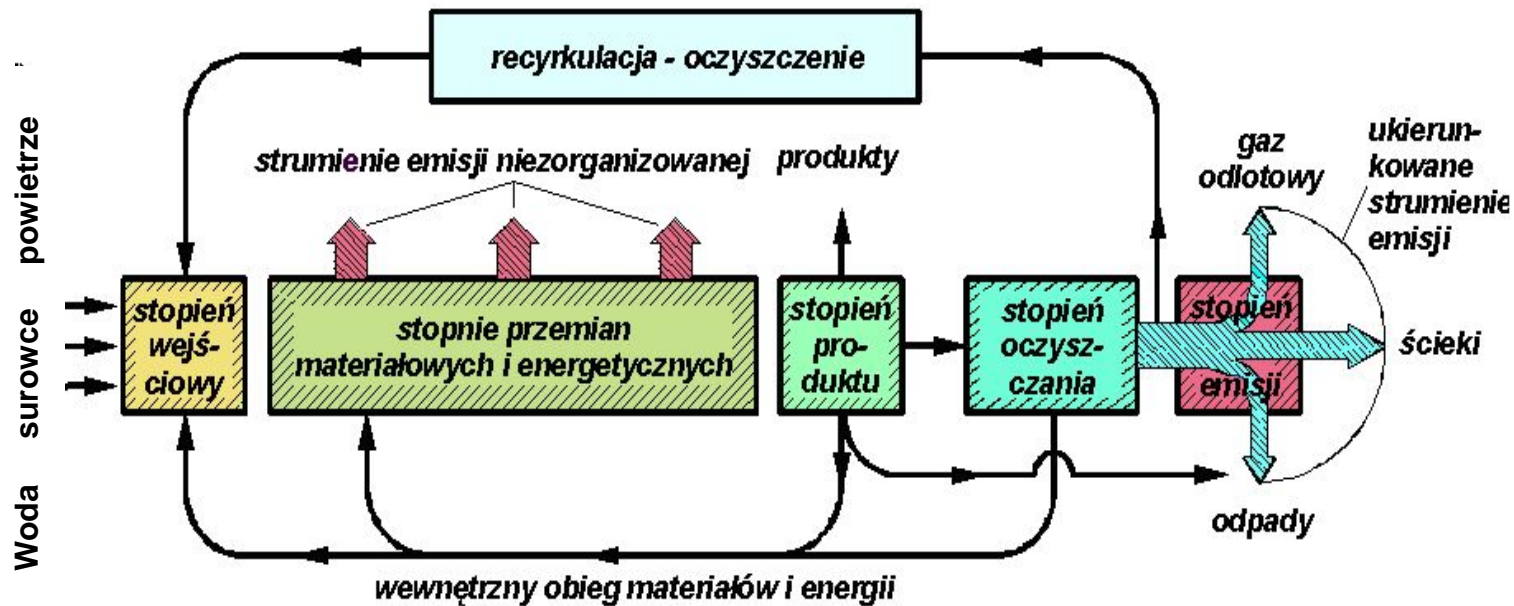


Szczeble rozwoju technologii

Czysta	Projektuje się proces technologiczny, który ma minimalizować ilość powstających odpadów albo też proces jest w pełni zamknięty (hermetyczny) z zerową emisją zanieczyszczeń



Analiza instalacji przemysłowej w aspekcie ochrony środowiska





PRZEMYSŁ vs technologia chemiczna

Przemysł ma wpływ na:

- Stan ekosystemów, aglomeracje miejskie, środowisko naturalne
- Zasoby surowców mineralnych,
- Wielkość efektów globalnych, antropogenicznych,
- Stan zasobów wodnych ,
- Wielkość gromadzonych odpadów,
- Zdrowie pracowników,
- Warunki zdrowotne społeczeństwa



PRZEMYSŁ vs technologia chemiczna

Oddziaływanie niekorzystne produkcji przemysłowej

- Procesy inwestowania,
- Eksploatacja obiektów przemysłowych,
- Składowanie odpadów stałych,
- Ścieki, emisja zanieczyszczeń do atmosfery, hałas
- Promieniowanie jonizujące i elektromagnetyczne



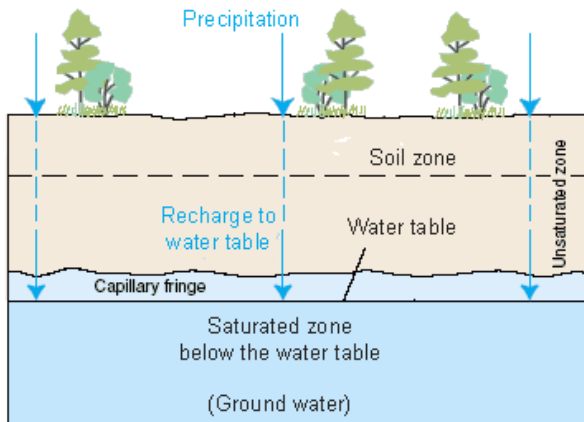
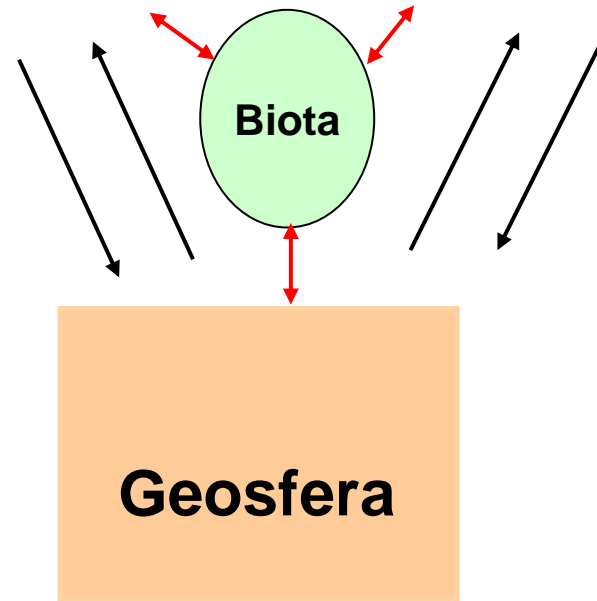
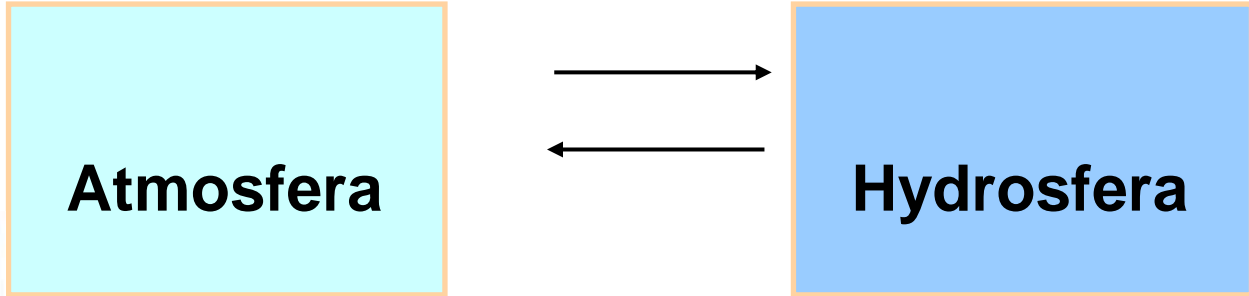
PRZEMYSŁ vs technologia chemiczna

Korzystne oddziaływanie przemysłu

- Miejsca pracy
- Wzbogacanie infrastruktury lokalnej
- Media energetyczne dla aglomeracji miejskich
- Oczyszczanie ścieków
- Pomoc w rozwiązywaniu problemów socjalnych
- Utylizacja odpadów

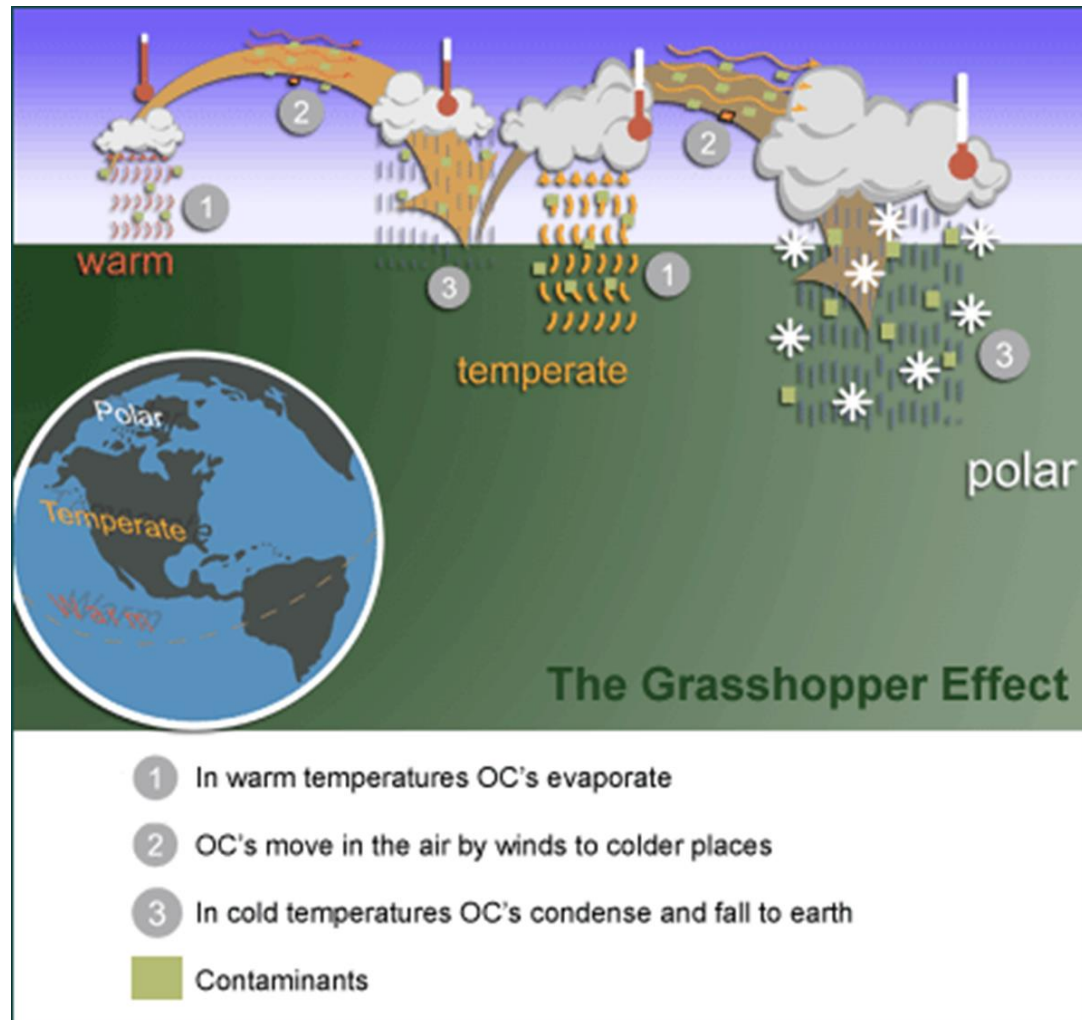


Cyrkulacja zanieczyszczeń





Efekt „konika polnego”



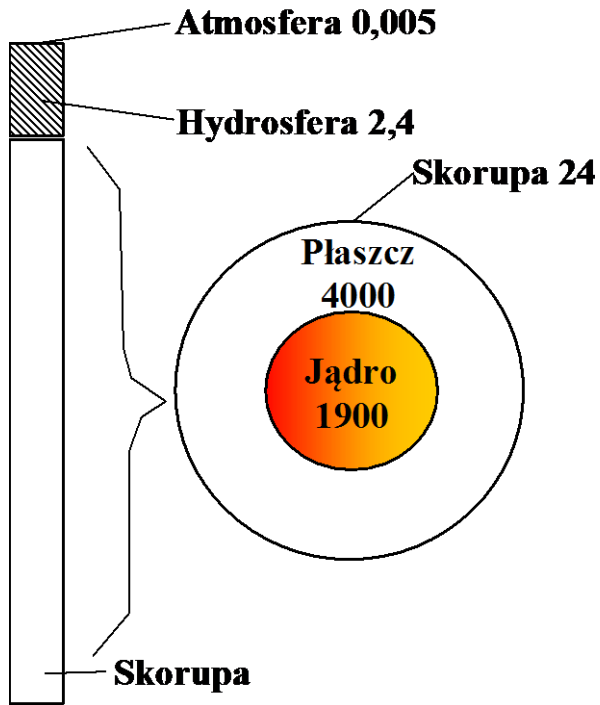


Atmosfera

Zanieczyszczenia powietrza?



Atmosfera



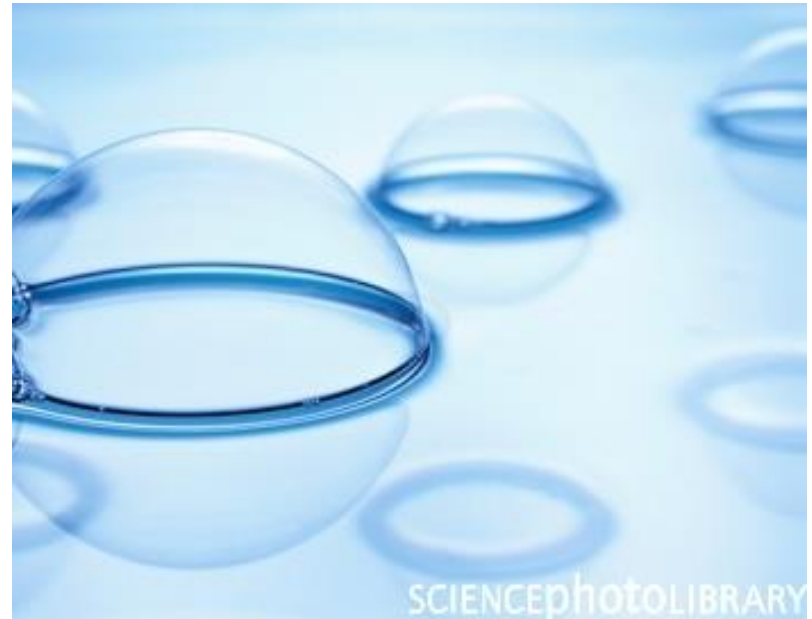
- **Atmosfera** to gazowa powłoka, chroniąca życie na ziemi
- **Atmosfera:** troposfera (0-15 km), stratosfera (15-50 km), mezosfera (50-85 km), termosfera (85-500 km),
- **Atmosfera jest wrażliwa na zanieczyszczenia, szybkie mieszanie składników, rozprzestrzenianie na dużym obszarze (problem wielu państw),**

Względne rozmiary największych „zbiorników” Ziemi; jednostka – 10^{24} g



Ogólny skład czystego powietrza

- Azot - 78,084 %
- Tlen - 20,946 %
- Argon - 0,934 %
- Para wodna - 0,5 - 4 %
- CO₂ - 360 ppm
- Neon - 18,18 ppm
- Hel - 5,24 ppm
- Metan - 1,7 ppm
- Krypton - 1,14 ppm
- Wodór - 0,5 ppm
- Ksenon - 0,087 ppm





Smog w Moskwie, zdjęcie satelitarne

Źródła zanieczyszczeń

- **źródła geochemiczne** - pyły unoszone przez wiatry z pustyń, rozproszona woda morską, sole tworzące aerozole, meteory, wulkany (SO_2 , CO_2 , HCl , HF);
- **źródła biologiczne** - pożary lasów (sadza), żyjące lasy (źródło związków organicznych, metan), gleby, mokradła (metan), mikroorganizmy w oceanach;
- **źródła antropogeniczne** - środki gaśnicze, rozpylacze aerozolowe (freon), spalanie biomasy (chlorek metylenu), spalarnie (wzrost CO_2), przemysł.





Źródła zanieczyszczeń powietrza wytworzone przez człowieka

- a) piece w elektrociepłowniach, hutach
- b) ulatniające się dymy z kominów fabryki
- c) silniki samochodów
- d) różnorodne procesy chemiczne odbywające się przy pomocy człowieka w przyrodzie





Zanieczyszczenia powietrza

- Gazy, związki chemiczne
- Pyły



SPOSOBY USUWANIA ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

- Odpylanie:

Suche

-Grawitacyjne

-Cyklony,

-Filtry elektrostatyczne

-Filtry.

Mokre

-Cyklony

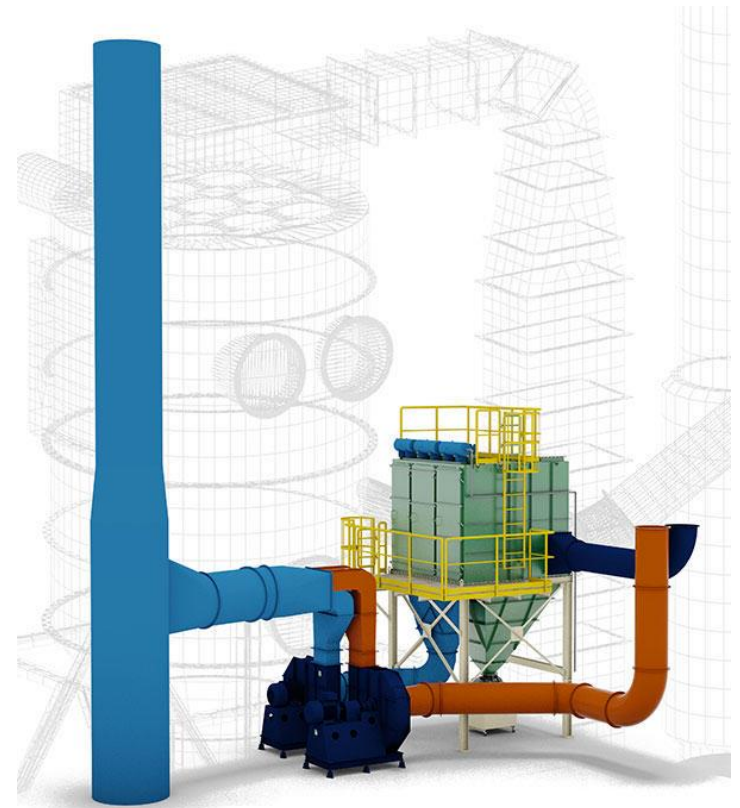
-Filtry olejowe działkowe

- Filtry mokre (scrubbery)



Grawitacyjne

- **Osadniki grawitacyjne**



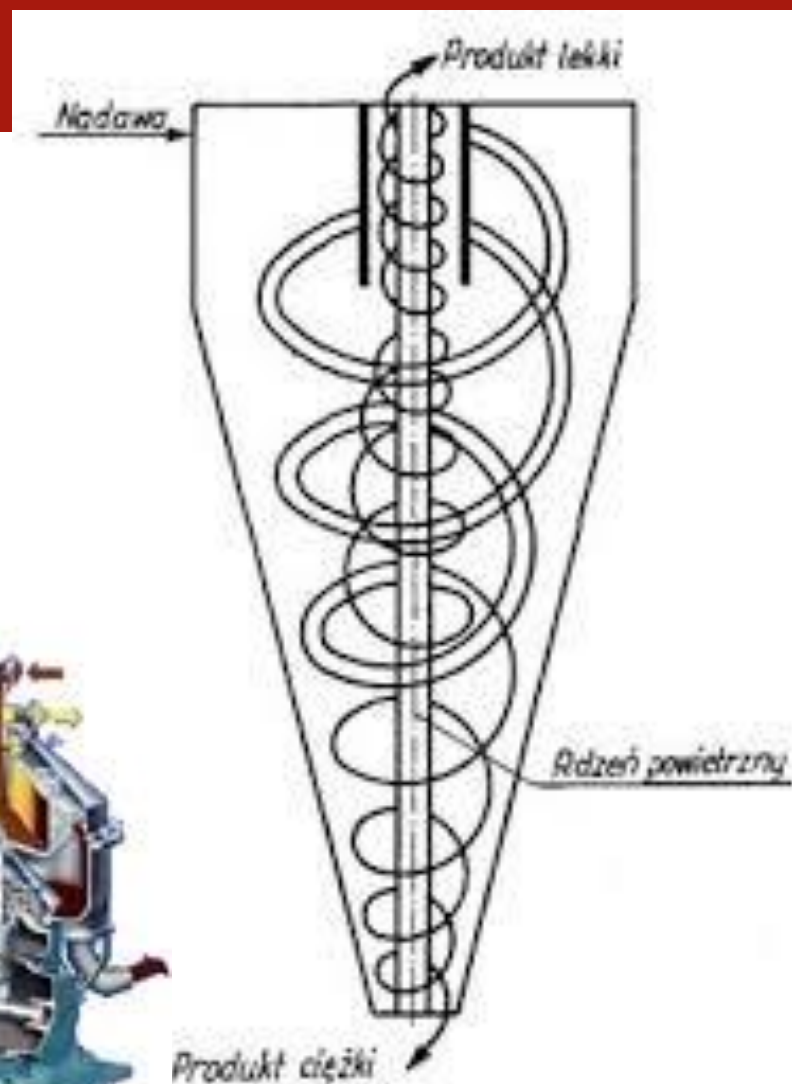


Cyklony

- Cyklony są urządzeniami działającymi na sucho, na zasadzie siły odśrodkowej, przy prędkościach w cyklonie 15 - 20 m/s ;
- sprawność odpylania w cyklonach zwykłych może wynosić do 70% a dla drobnych pyłów nie przekracza 50%.
- W cyklonach zwykłych oczyszcza się najczęściej powietrze zawierające np. wióry drewniane.
- Cyklony wielokrotne, które składają się z szeregu małych cyklonów w skutek zwiększenia prędkości przepływu powietrza osiągają sprawność do 90%.



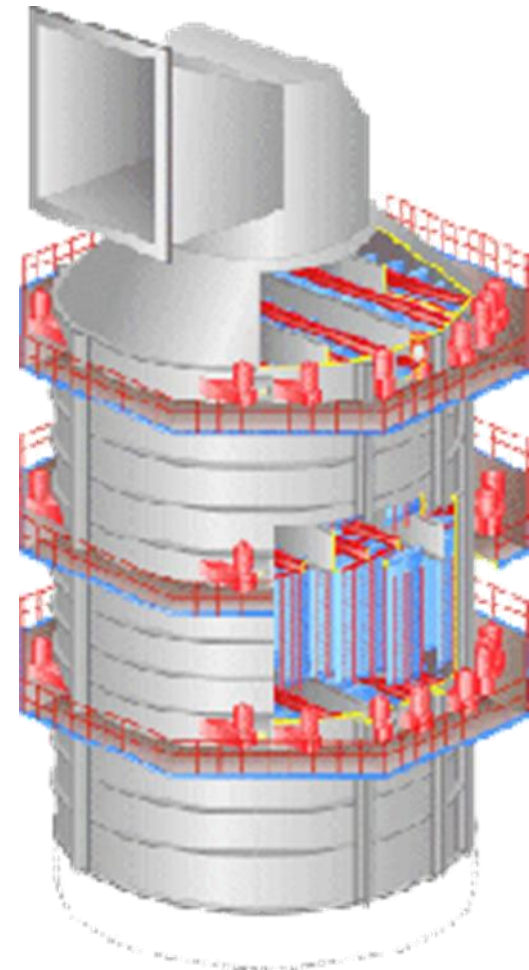
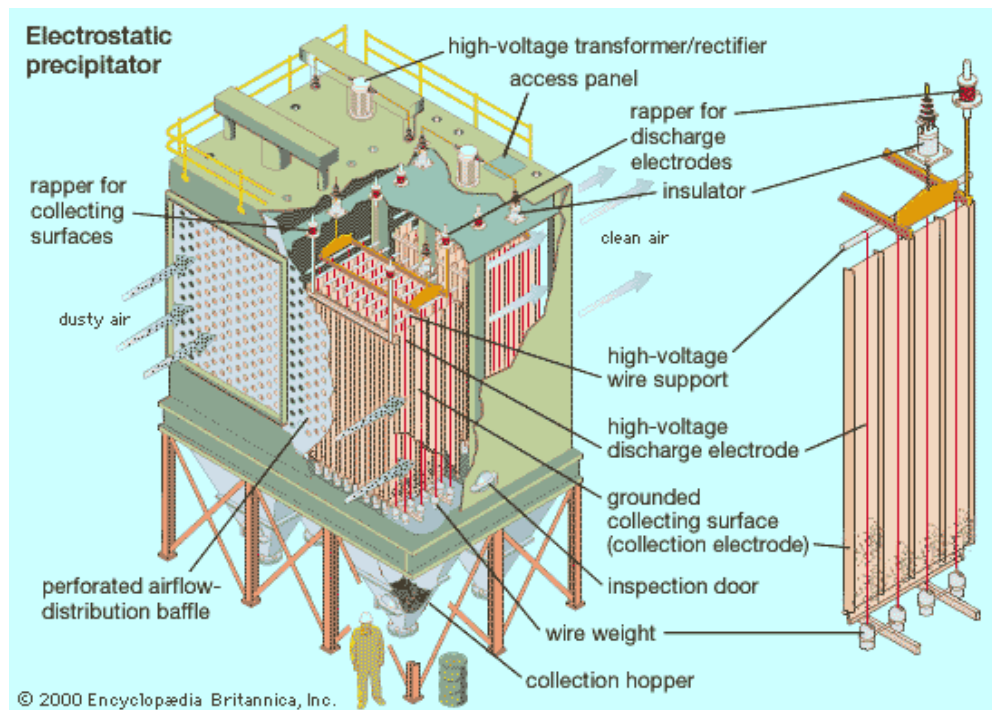
cyklony





Filtry elektrostatyczne

- **Odpylacze elektrostatyczne –(elektrofiltry).**
- Filtry elektrostatyczne (elektrofiltry) posiadają bardzo dużą sprawność rzędu 99% , ale są kosztowne i nadają się do stosowania w dużych ciepłowniach ;
- zasada działania elektrofiltru polega na wytworzeniu przez elektrodę połączoną ze źródłem prądu stałego pola elektrycznego, przez które przepływają zanieczyszczone spaliny ; większość cząstek zanieczyszczeń w spalinach jonizuje się ujemnie i dąży do elektrody dodatniej , której oddaje ładunek i wytrąca się.





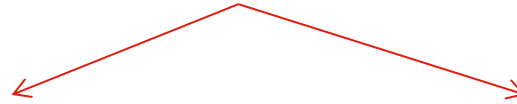
Filtry olejowe działkowe

- Filtry te mają kształt blaszanych skrzynek o wymiarach 500x500mm. Przednia i tylna część skrzynki pokryta jest siatką drucianą o oczkach około 10x10mm a w środku znajdują się pierścienie porcelanowe lub metalowe wióry.
- Całość zanurza się w oleju a następnie po ocieknięciu umieszcza się filtr w kanale przez, który doływa zanieczyszczone powietrze. Zanieczyszczenia zostają zatrzymane na metalowych wiórach lub pierścieniach porcelanowych



Filtry, separatory filtracyjne

Separatory filtracyjne można podzielić na dwie grupy według trybu ich pracy:

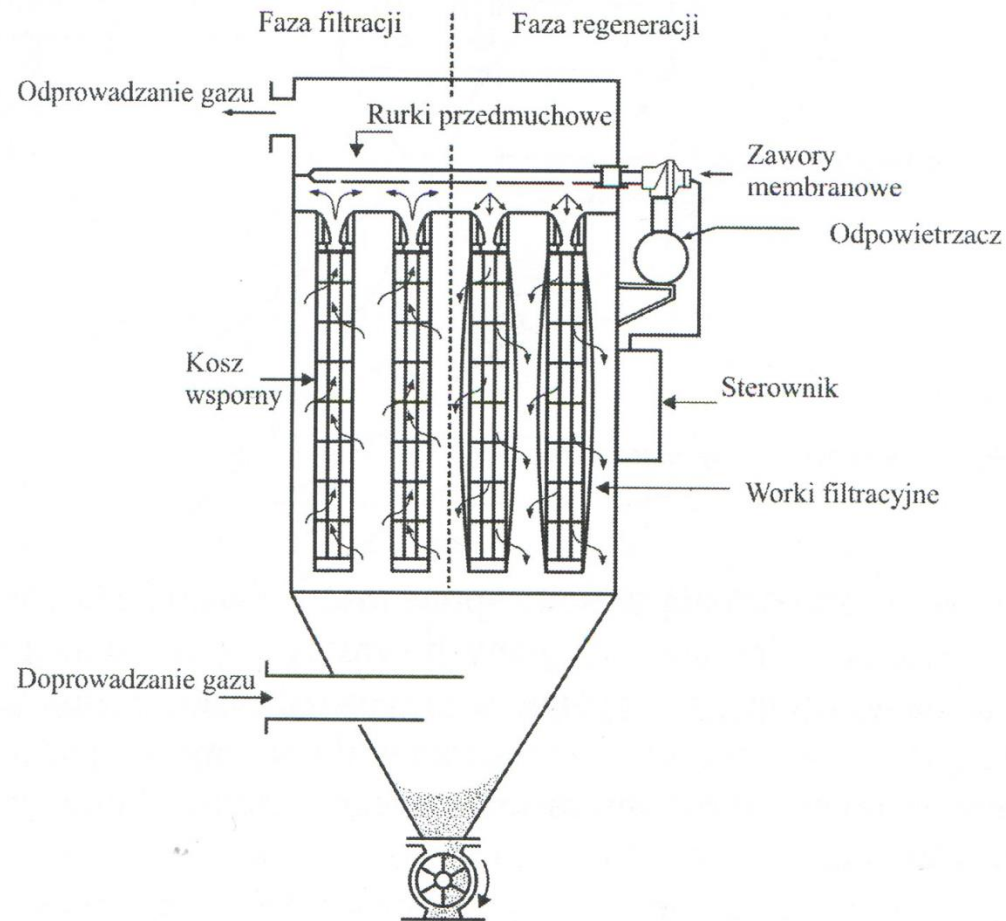


filtry powierzchniowe

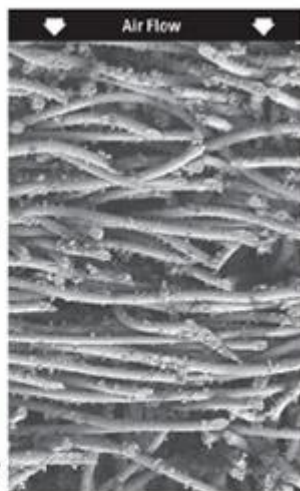
wgłębne.



Filtry, separatory filtracyjne



Odpylania na Filtrach tkaninowych workowych



Non-membrane filter lets dust get inside filter media reducing cleanability and increasing pressure drop.



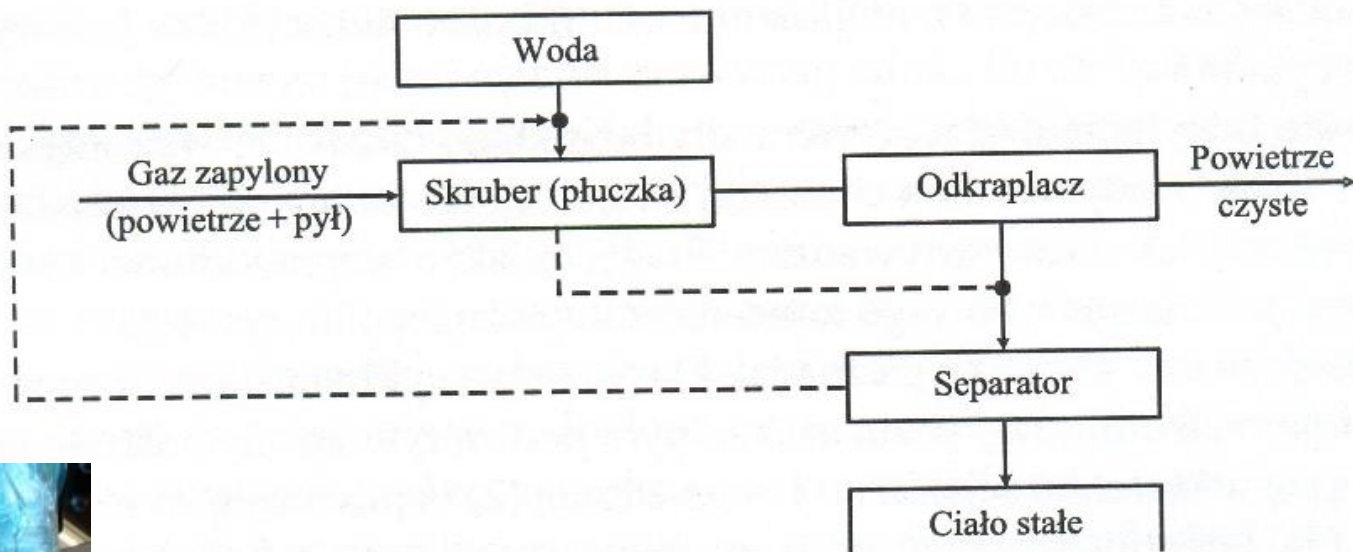
Separator powierzchniowy





Filtracja na mokro (scrubbery)

- Filtry mokre (scrubbery) - łączą w sobie działanie sił odśrodkowych i filtrów tkaninowych ;
 - zanieczyszczenia są wyplukiwane z filtrów w postaci szlamu,
 - sprawność urządzenia wynosi nawet ok. 80 - 90 % ;
 - ze względu na zużycie energii i wody są obecnie rzadko stosowane ;



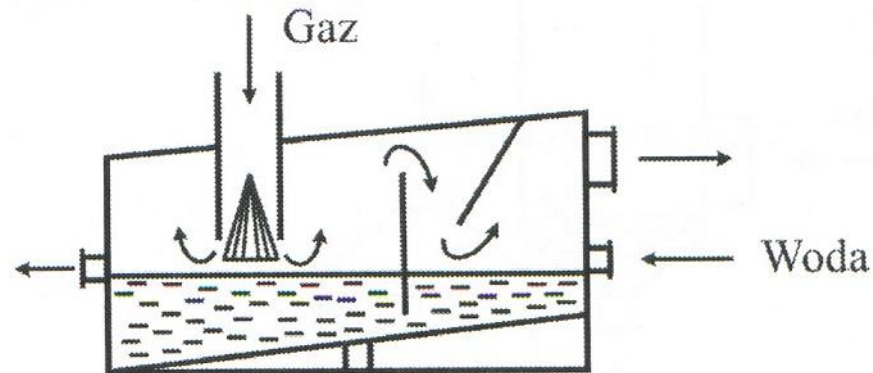
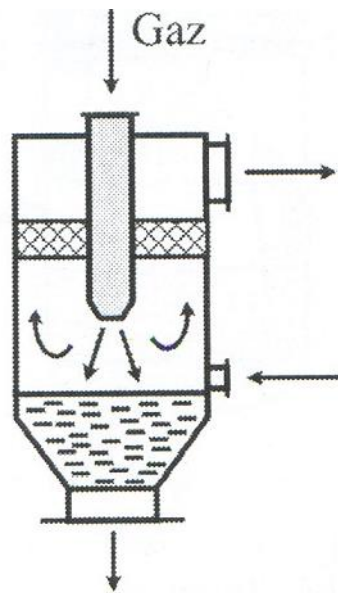
Schemat instalacji odpylania na mokro



wypełniania kolumn sorpcyjnych absorpcyjnych wkładki kształtki złączki powierzchnia przepływu medium gazu chłonna cieczy oparów



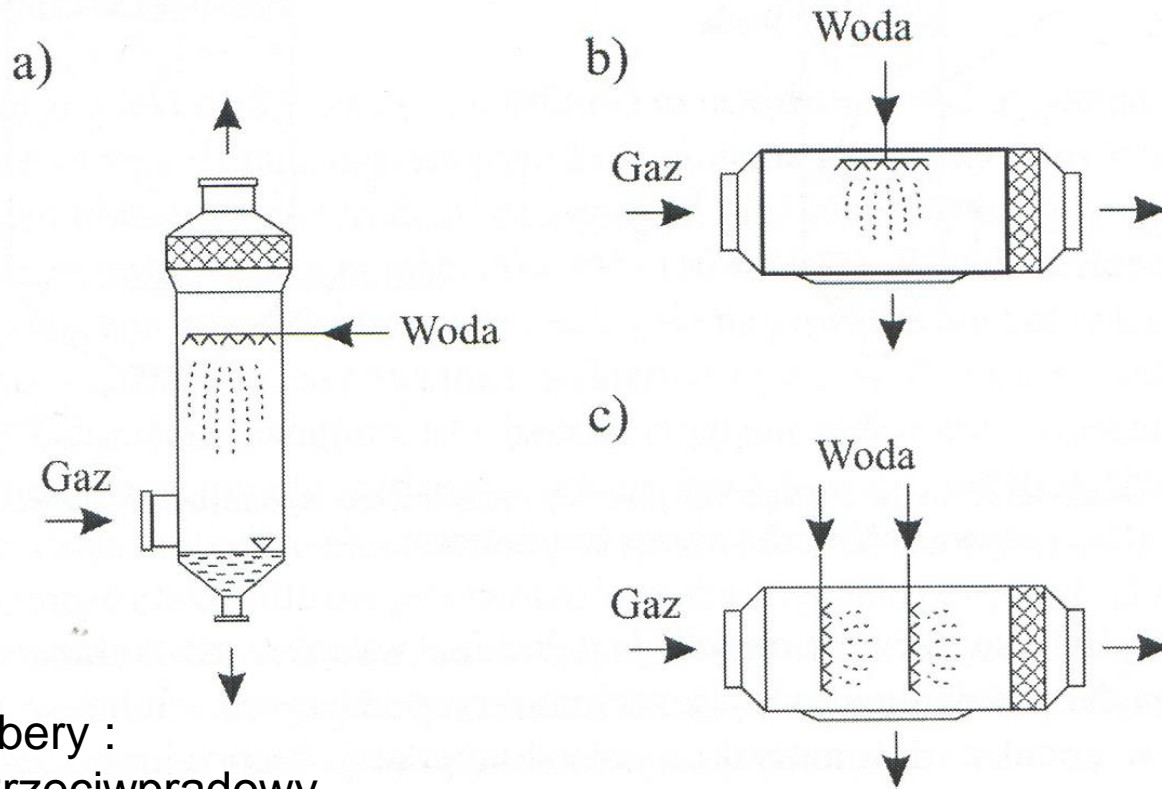
Odpylanie na mokro



Przykładowe odpylacze mokre z metalurgii



Odpylanie na mokro

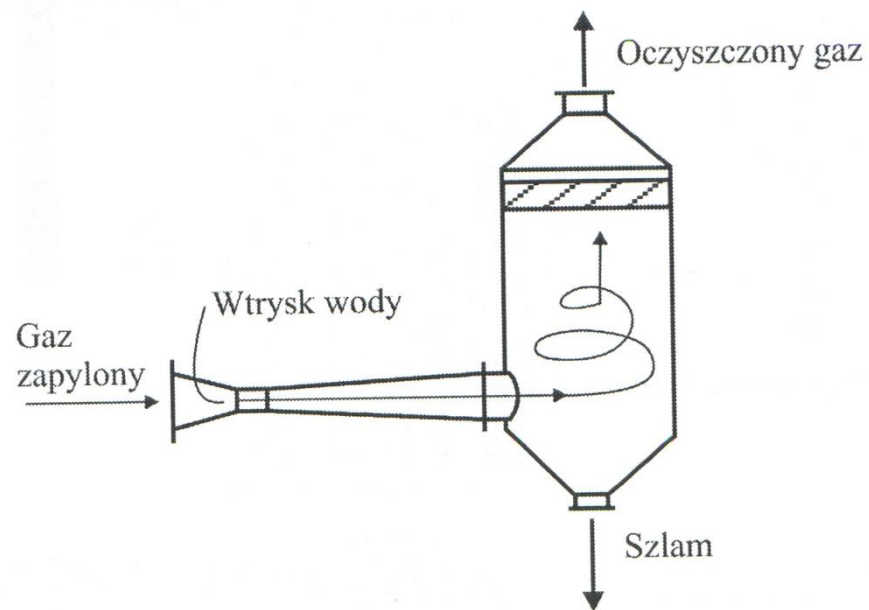


Skrubery :

- a) Przeciwprądowy
- b) przepływem krzyżowym
- c) współprądowy



Wirowy separator mokry



• Odpylacz Venturiego

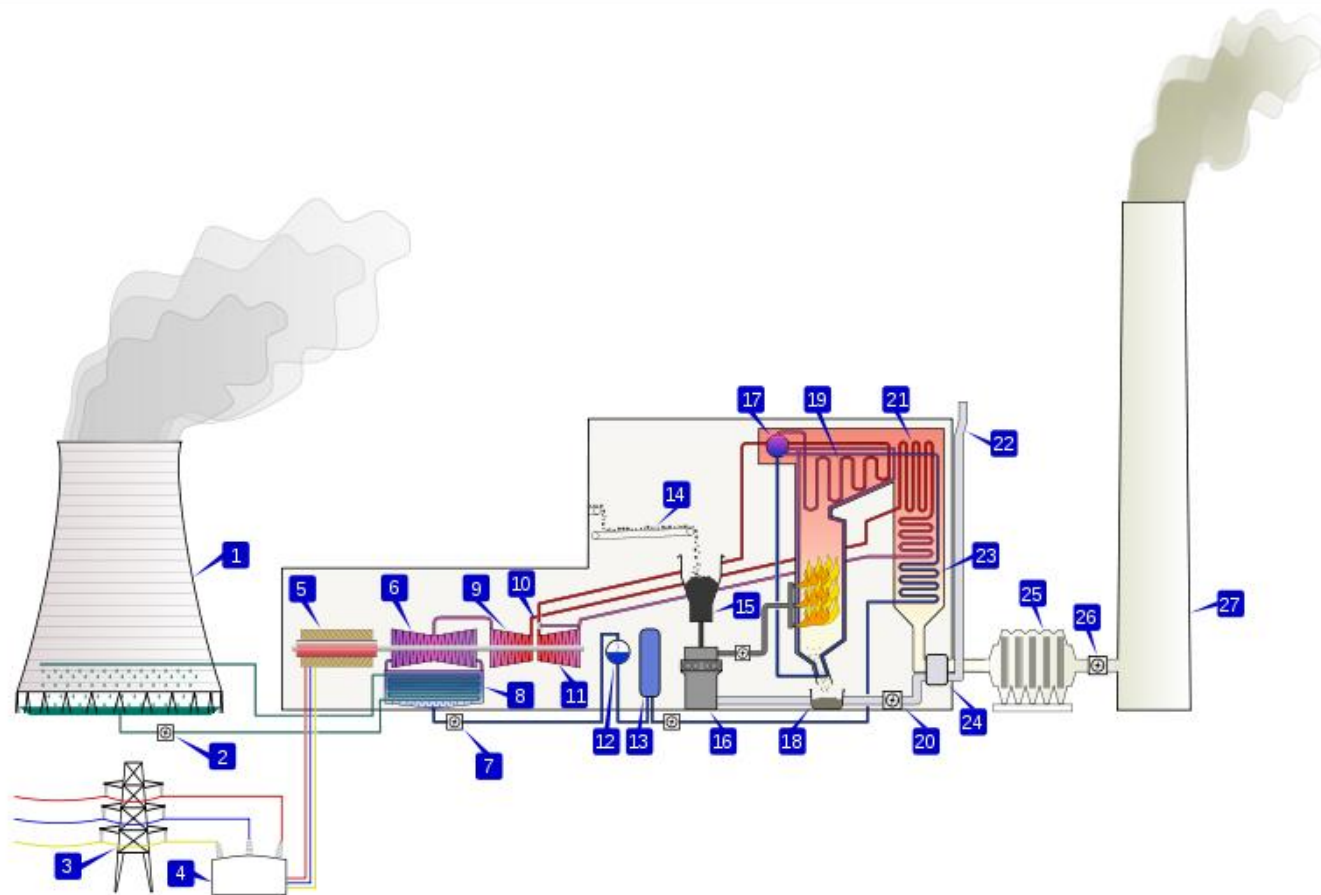


Usuwanie gazów szkodliwych

- Absorpcja
- Adsorpcja
- Spalanie
- Kondensacja



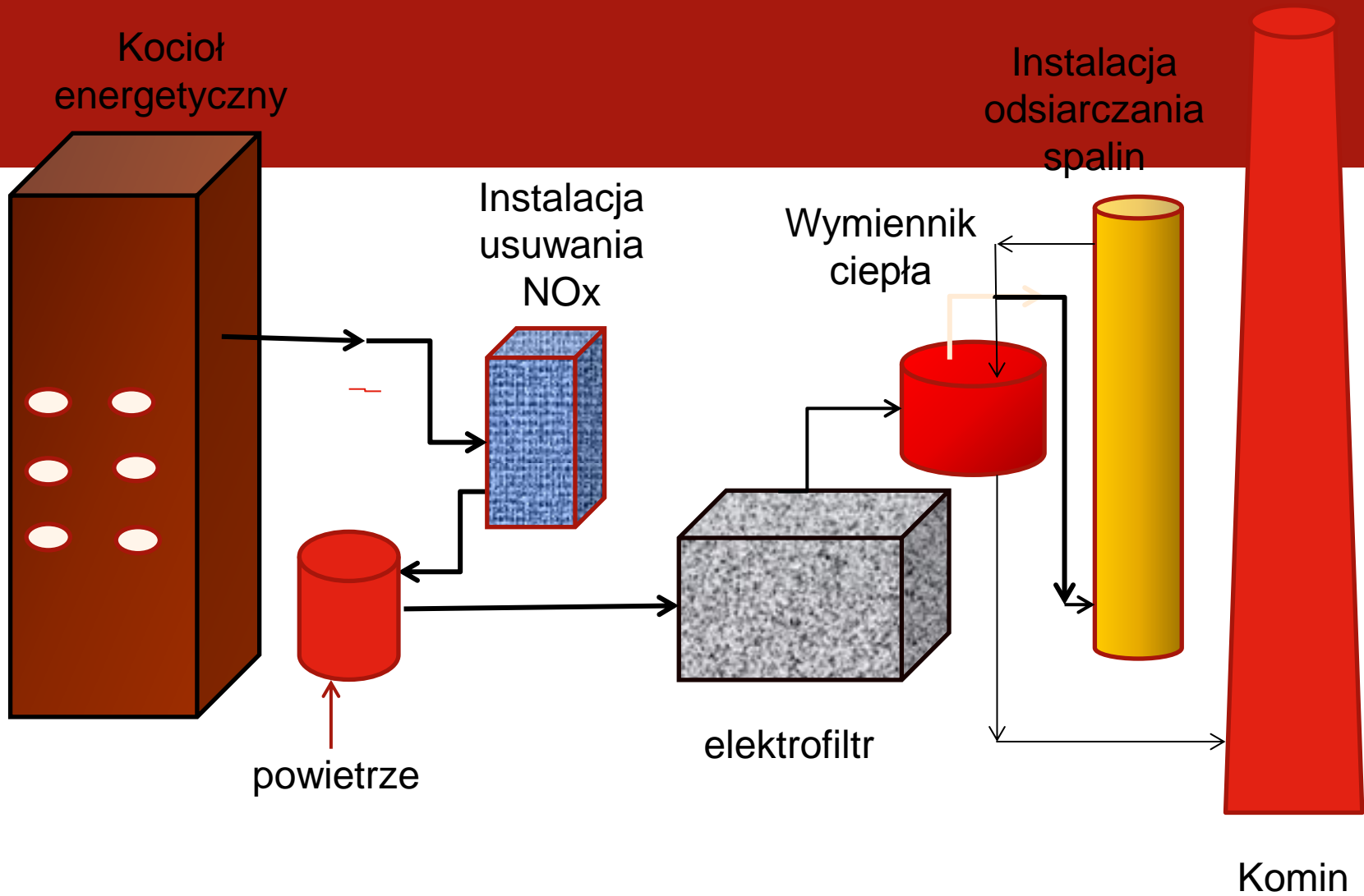
Oczyszczanie spalin na przykładzie elektrowni





Bełchatów





Instalacja oczyszczania spalin



Usuwanie tlenków azotu

- **Metody pierwotne :**
 - ✓ optymalizację pracy paleniska;
 - ✓ recyrkulację spalin;
 - ✓ stopniowanie powietrza;
 - ✓ stopniowanie powietrza i paliwa;
 - ✓ wirowe palniki niskoemisyjne;
 - ✓ przedpaleniska cyklonowe;

- **Metody wtórne:**
 - ✓ selektywna redukcja katalityczna (SCR)
 - ✓ selektywna redukcja niekatalityczna (SNCR).



Selektywna redukcja katalityczna (SCR)

- Istotą metody SCR jest redukcja tlenków azotu za pomocą amoniaku w obecności katalizatora. W efekcie powstaje azot cząsteczkowy oraz woda.
- $4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + \text{O}_2 = 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

Stosuje się katalizatory:

- płytowe (ze stali szlachetnej)
- komórkowe (ceramiczne) z czynnikiem aktywnym w postaci tlenków tytanu, wanadu, molibdenu lub wolframu.



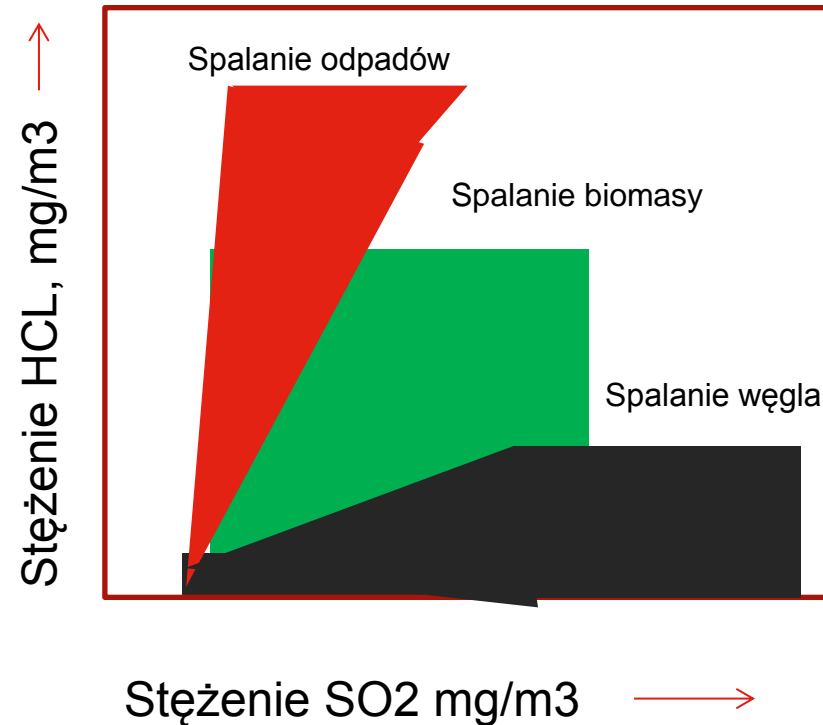
Selektywna redukcja niekatalityczna (SNCR).

- Brak katalizatora
- Ten proces DENOX wymaga temp. rzędu 800-1000°C.
- Roztwór amoniaku jest wtryskiwany w odpowiednią strefę komory spalania. $\text{NH}_3 + \text{NO} = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}$
- Źródłem amoniaku: amoniak gazowy, wodny roztwór mocznika, kwas cyjanurowy, metyloamina, etyloamina, etylenodiamina dietylenotriamina
- Skuteczność odazotowania tą metodą wynosi zaledwie 50-60%
- Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne z nią związane są niższe niż przy metodzie SCR.

Zanieczyszczenia kwaśne pochodzące ze spalania

Emisja:

- Chlorowodoru
- Fluorowodoru
- Bromowodoru
- Tlenków siarki





Odsiarczanie

Metody ograniczania emisji tlenków siarki w procesach spalania węgla

spalanie paliwa o niskiej zawartości siarki

usuwanie siarki z węgla przed spalaniem (odsiarczanie węgla)

Fizyczne, biologiczne, chemiczne

spalanie węgla w złożu fluidalnym z użyciem akceptorów tlenków siarki

rozdrobiony kamień wapienny lub dolomit., Spalanie węgla prowadzi się w stosunkowo niskich temperaturach 800-900°C tak, aby końcowym produktem reakcji był siarczan (VI) wapnia.

odsiarczanie gazów spalinowych

konwersję węgla do paliw ciekłych i gazowych



Odsiarczanie spalin

Odsiarczanie spalin-przekształcanie SO_2 i SO_3 w substancję łatwą do usunięcia ze spalin i z instalacji.

Metody odsiarczania:

- suche
- półsuche
- mokre

90 % wszystkich IOS na świecie pracuje wg metody mokrej wapienno-wapniakowej.

Stopień odsiarczenia

- metody mokre : 92-97 %
- suche, półsuche : 40-60 %



Odsiarczanie spalin metodą suchą

Metoda ta polega na dozowaniu do komory paleniskowej **suchych** sorbentów takich jak:

- kamień wapienny o zawartości CaCO_3 powyżej 90%
- wapno hydratyzowane Ca(OH)_2
- wapno palone CaO
- dolomit ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$)

Sorbent do kotła może być dozowany na trzy sposoby:

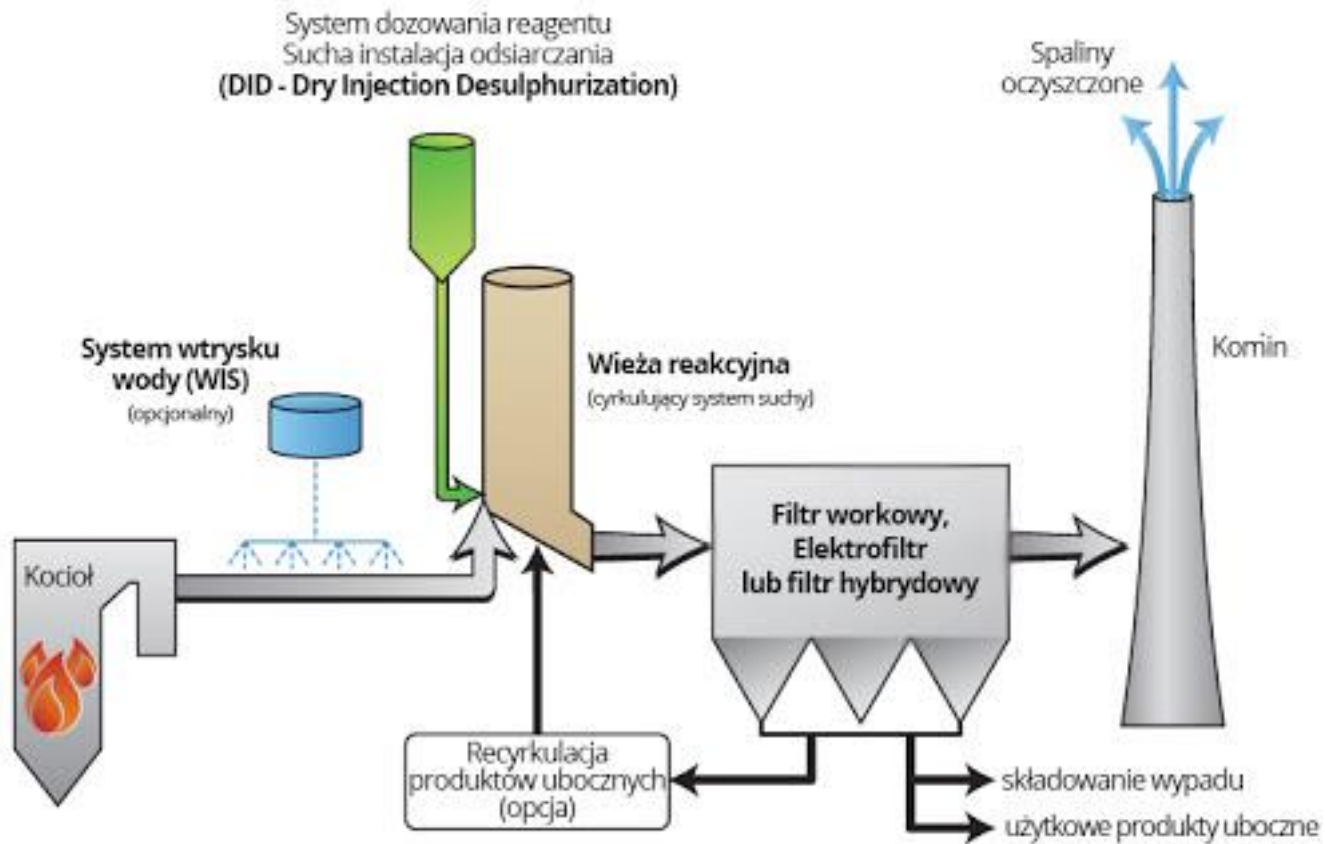
- Bezpośrednio mieszany z węglem (np. w młynie).
- Wdmuchiwany do komory paleniskowej wokół płomienia.
- Wdmuchiwany do komory paleniskowej powyżej płomienia (sposób preferowany).

Skuteczność odsiarczania dla $\text{Ca/S} = 2$

Rodzaj sorbentu	CaCO_3 (500 mm)	CaCO_3 (7mm)	Ca(OH)_2
Palenisko fluidalne CFB	70		
Palenisko pyłowe	35	50	50



Odsiarczanie spalin metodą suchą





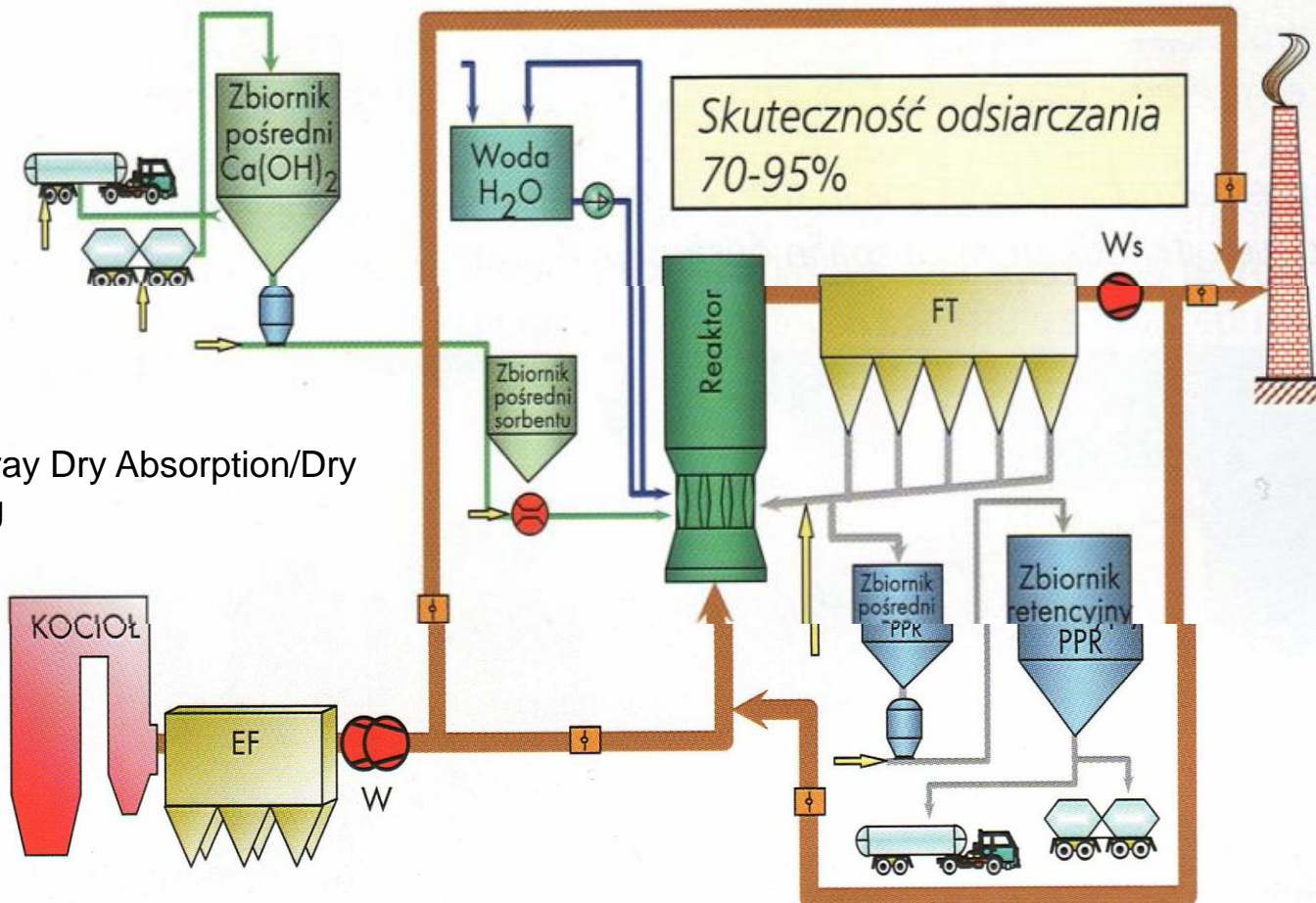
Odsiarczanie spalin metodą półsuchą

- Sorbent w postaci zawiesiny wodnej lub roztworu wodnego wprowadzany jest do suszarki rozpyłowej (reaktor, absorber), gdzie zachodzi absorpcja SO_2 w kroplach roztworu alkalicznego.
- W wyniku odparowania wody, produkty odsiarczania i nie przereagowany sorbent wydzielają się w postaci fazy stałej i wraz z popiołem lotnym kierowane są do instalacji odpylającej.
- Sorbenty:
 Na_2CO_3 , NaHCO_3 , NaOH ,
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,
woda amoniakalna (25 % wodny roztwór amoniaku).



O

na



SDA - Spray Dry Absorption/Dry Scrubbing

Schemat poglądowy IOS w EC-4 Łódź

- EF - Elektrofiltr
- W - Wentylatory wyciągowe
- FT - Filtr tkaninowy

- Ws - Wentylator wspomagający spalin
- PPR - Produkt poprocesowy reakcji
- ➔ - Sprężone powietrze



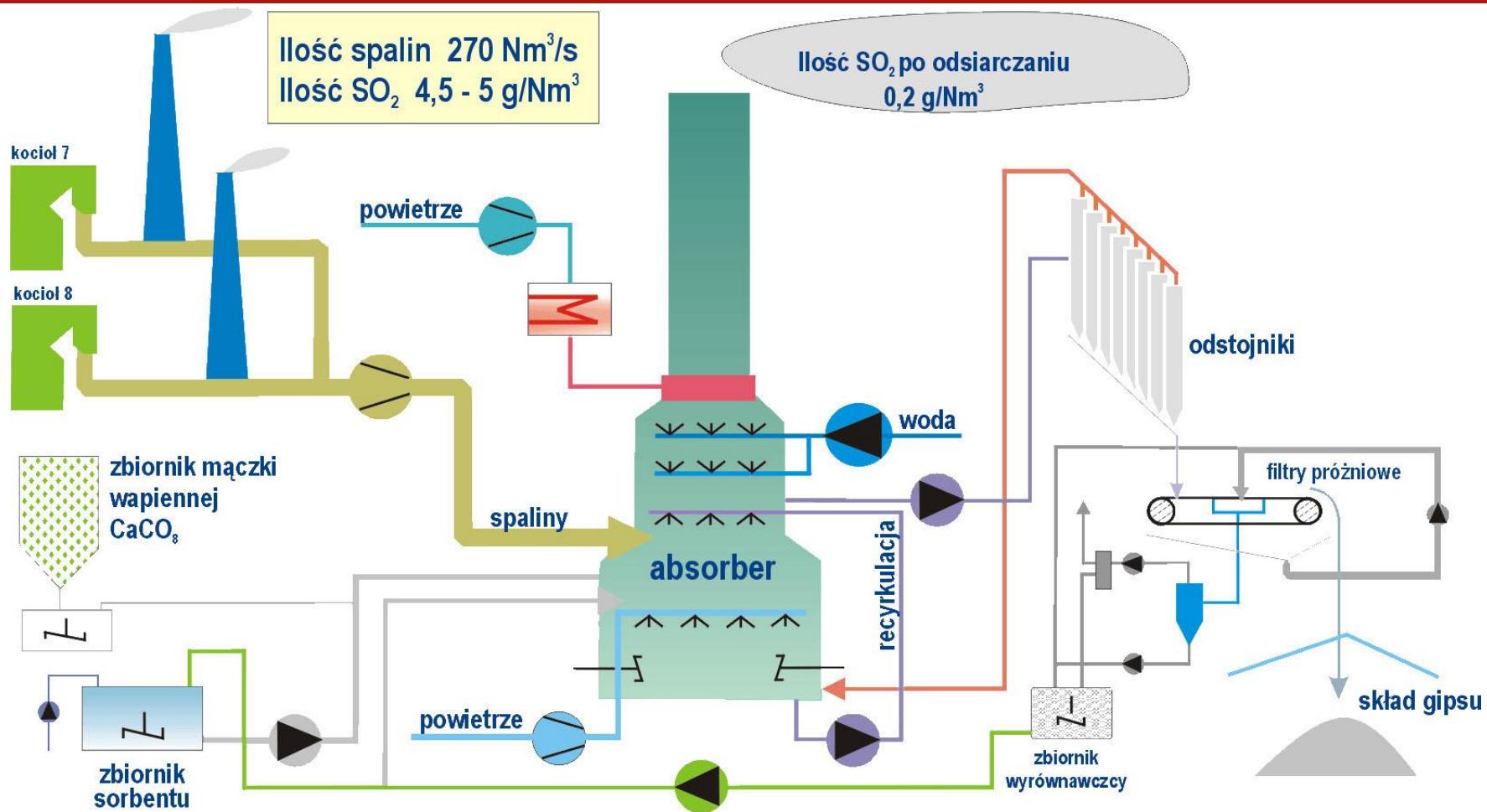
Odsiarczanie spalin metodą mokrą

Rodzaje sorbentów:

- **sorbenty na bazie wapnia:**
 - węgiel wapnia – CaCO_3
 - tlenek wapnia – CaO
 - wodorotlenek wapnia – Ca(OH)_2
 - dolomit – $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$
- **sorbenty oparte na potasie, magnezie i sodzie:**
 - tlenek magnezu i wodorotlenek – MgO and Mg(OH)_2
 - soda - NaOH
 - amoniakalny węgiel sodu - Na_2CO_3
 - wodorowęgiel sodu - NaHCO_3
 - siarczyn potasu – K_2SO_3
- **amoniak**
- **woda morską** (węgiel magnezu, zawarty w tego typu wodzie – MgCO_3)

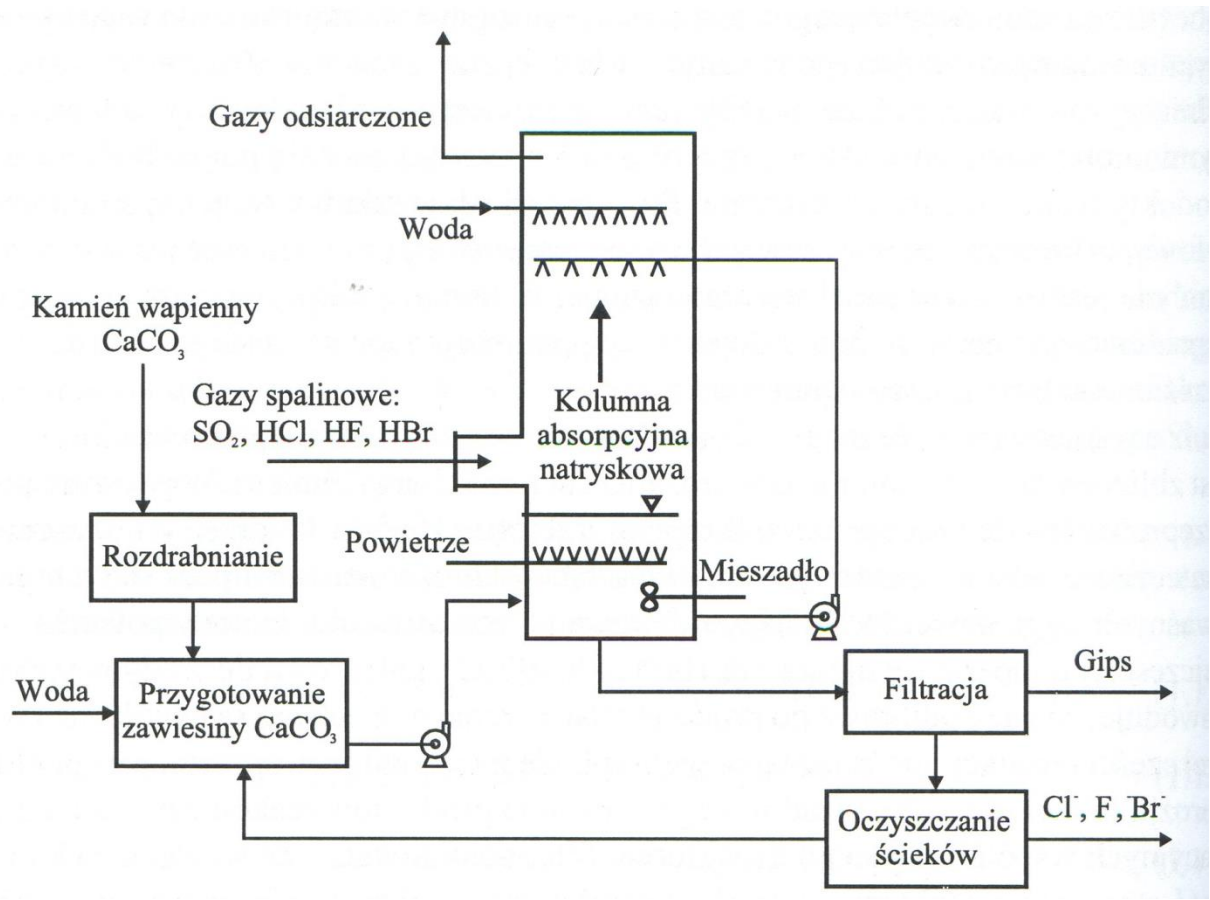


Odsiarczanie spalin metodą moką





Odsiarczanie spalin metodą moką





Usuwanie lotnych związków organicznych

Metody

regeneracyjne



- ✓ Adsorpcja
- ✓ Absorpcja
- ✓ Wymrażanie par LZO i ich wykroplenie w odkraplaczu
- ✓ Wykroplenie par LZO w strumieniu zimnej wody
- ✓ Techniki membranowe

kombinowane

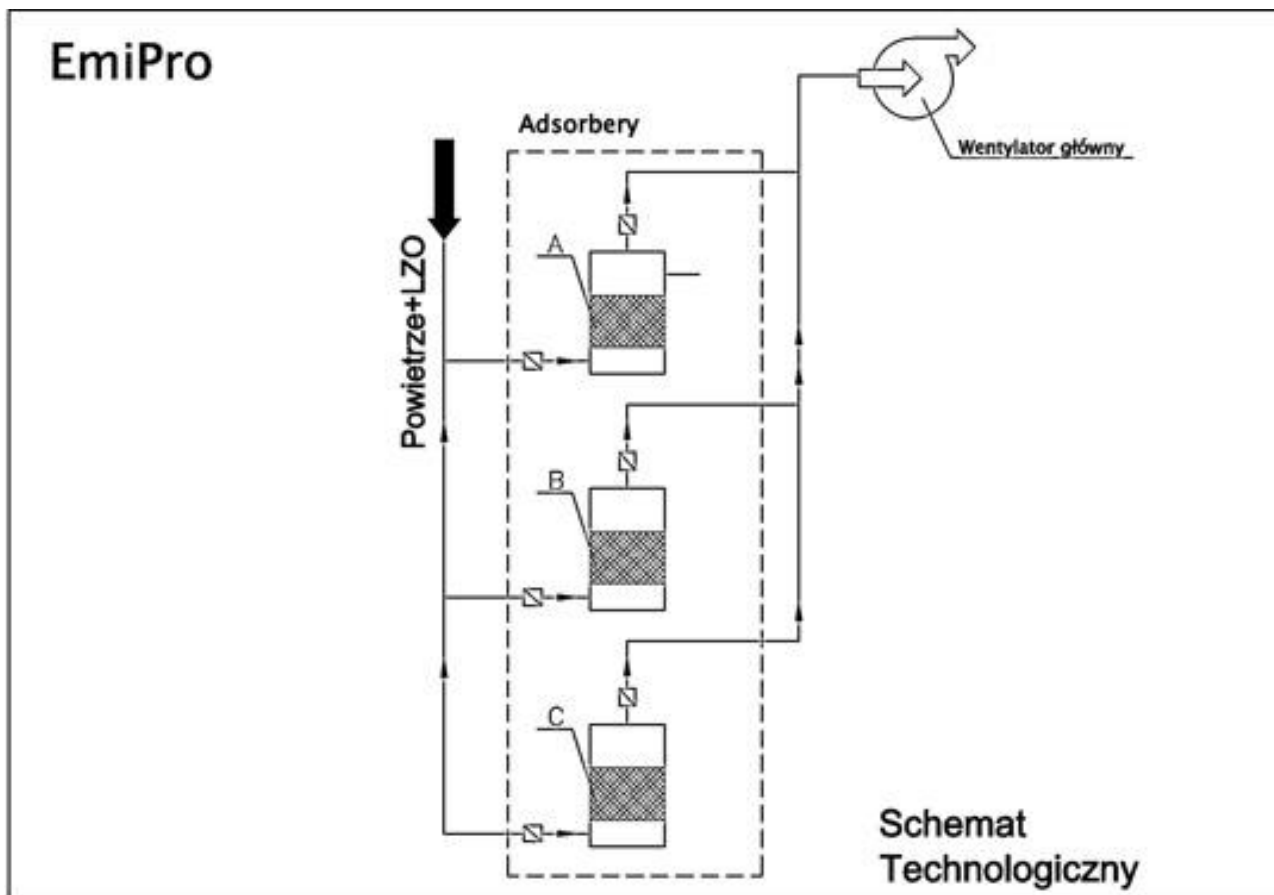


nieregeneracyjne



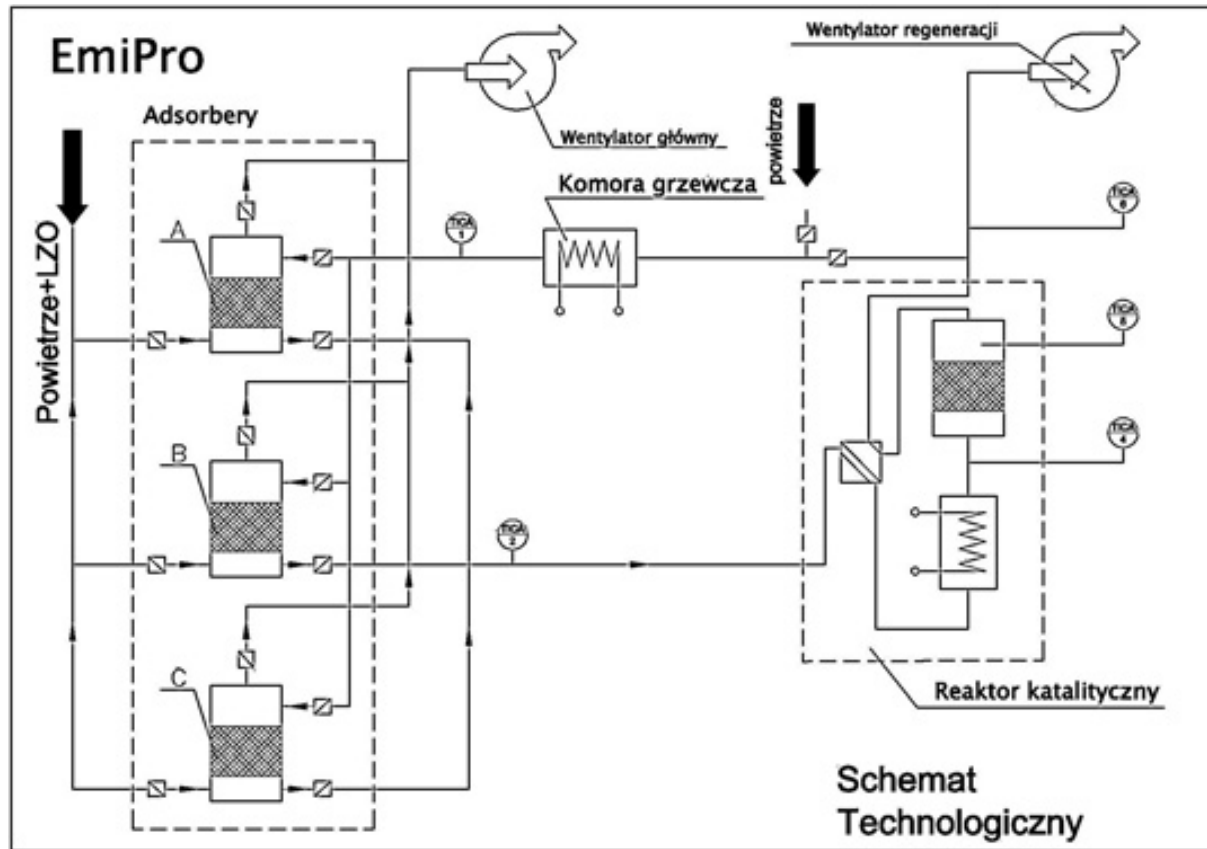
- ✓ Spalanie par metodą wysokotemperaturową
- ✓ Spalanie par m. niskotemperaturową z dopalaczem katalitycznym
- ✓ Biofiltracja na wilgotnym aktywnym złożu ziarnistym
- ✓ Bioutylizacja (adsorpcja par w wodzie i rozkład biologiczny przy pomocy czynnego osadu)

Usuwanie lotnych związków organicznych



Instalacja adsorpcyjna

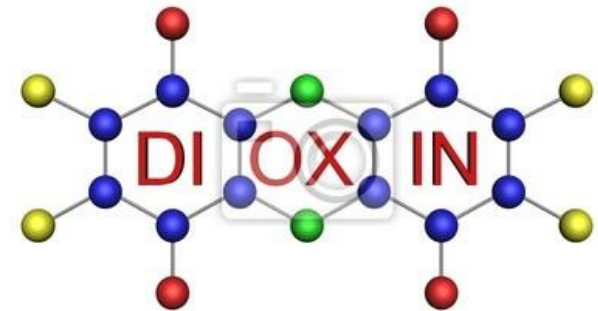
Usuwanie lotnych związków organicznych



Instalacja hybrydowa –adsorpcyjno-katalityczna

Usuwanie dioksyn

- Polichlorowane dibenzo-p-dioksyny
- Polichlorowane dibenzofurany
- Polichlorowane bifenyly
- Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne





Usuwanie dioksyn

Metody

Pierwotne

Wtórne

- ✓ Unikanie obecności chloru w paliwie i innych spalanych materiałach
- ✓ Kontrola temperatury i czasu przebywania spalin w odpowiedniej komorze spalania
- ✓ Wysokotemperaturowe odpylanie spalin
- ✓ Odpowiednia konstrukcja układów odzysku ciepła
- ✓ Zapobieganie powstawaniu i osadzaniu sadzy
- ✓ Wprowadzenie dodatków nieorganicznych do spalin np. zw.siarce, sorbenty alkaliczne, amoniak
- ✓ Zastosowanie inhibitorów powstawania dioksyn
- ✓ optymalizacja procesu spalania



Usuwanie dioksyn

Metody

Pierwotne

Wtórne

- ✓ Adsorpcja na węglu aktywnym
- ✓ Katalityczny rozkład dioksyn
- ✓ M.filtracyjno-katalityczne
- ✓ M.absorpcyjno-adsorpcyjne
- ✓ M. radiacyjne
- ✓ Adsorpcja w nanorórkach węglowych
- ✓ nanokataliza



Wykład 2