

Strategiczny Program Badań Naukowych i Prac Rozwojowych
ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE POZYSKIWANIA ENERGII

Zadanie badawcze nr 2

OPRACOWANIE TECHNOLOGII SPALANIA TLENOWEGO
dla KOTŁÓW PYŁOWYCH I FLUIDALNYCH
ZINTEGROWANYCH z WYCHWYTEM CO₂

Adsorpcyjne usuwanie CO₂ ze spalin kotłowych



KIEROWNIK ZADANIA BADAWCZEGO
prof. dr hab. inż. **Wojciech Nowak**

Umowa nr SP/E/2/66420/10 z dnia 14.05.2010

prof. dr hab. inż. Wojciech Nowak
dr hab. inż. Izabela Majchrzak-Kucęba, prof. PCz
dr inż. Dariusz Wawrzyńczak
mgr inż. Jakub Bieniek
mgr inż. Kamil Srokosz

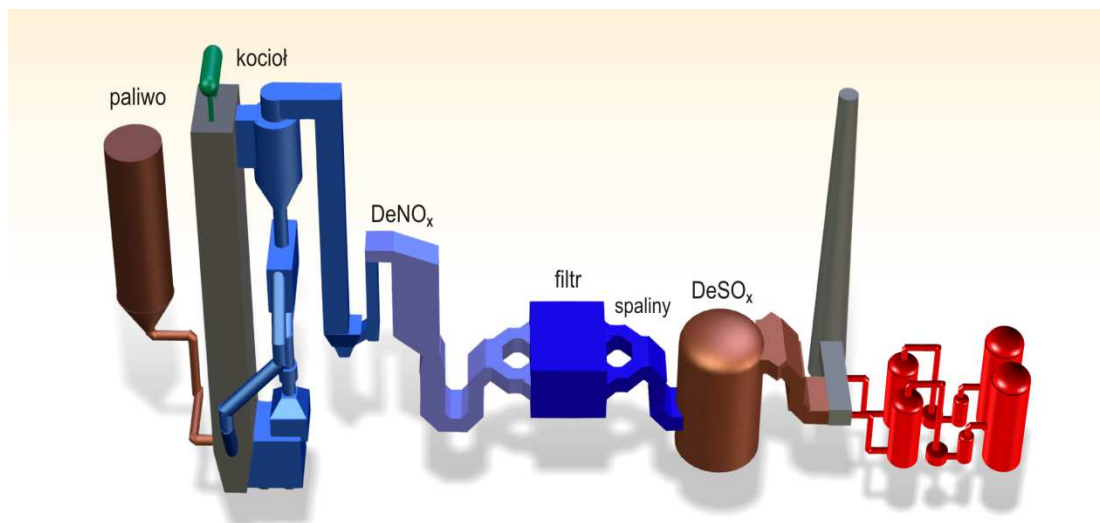


Wychwytywanie CO₂ z gazów spalinowych



Widok na nowy blok Elektrowni Łagisza,
(TAURON Wytwarzanie S.A.)

Gaz spalinowy
pochodzący ze spalania węgla
w konwencjonalnych
elektrowniach
zawiera ok. 12-15% CO₂



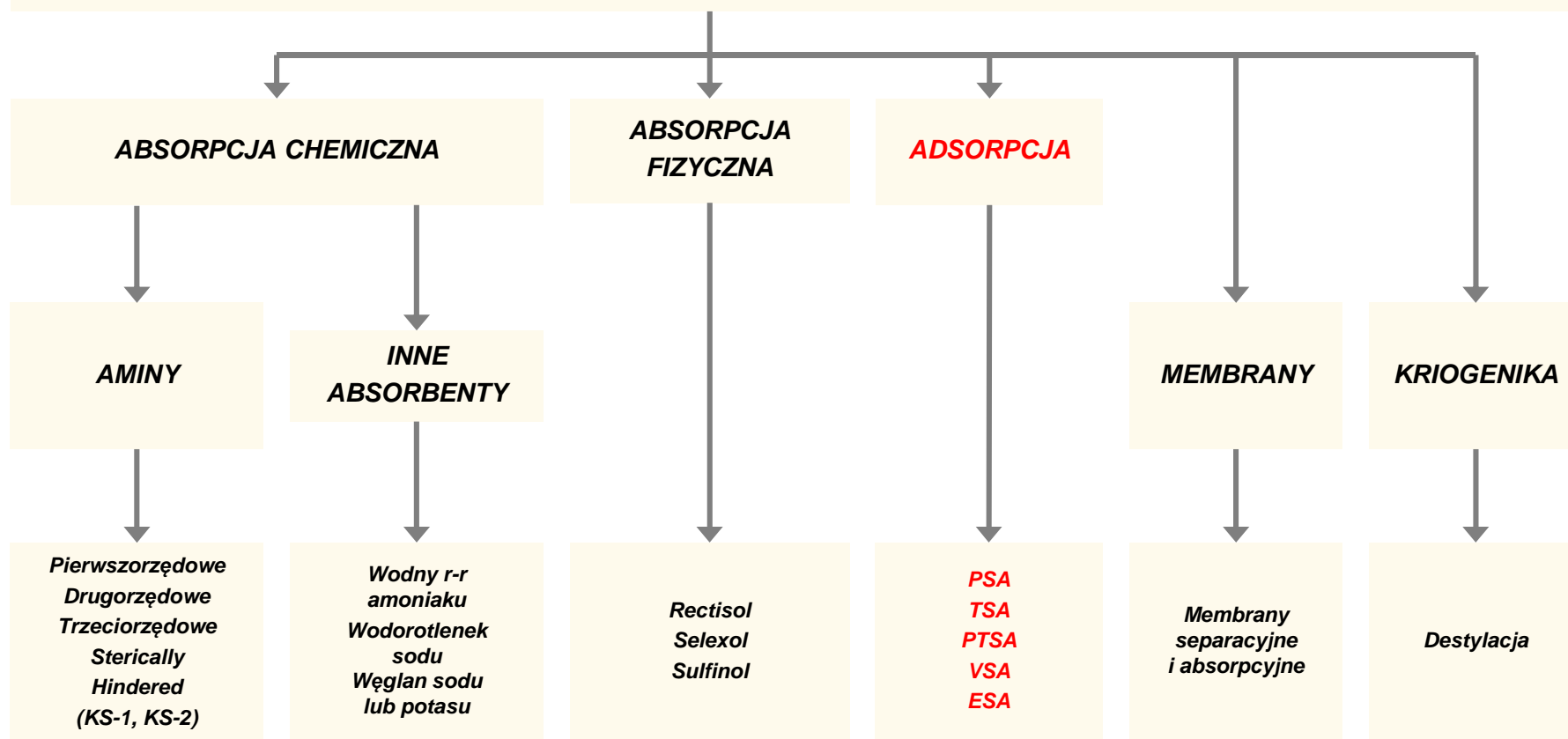
Idea technologii konwencjonalnej
elektrowni węglowej

**jednostka
separacji CO₂**



Metody wydzielania CO₂

METODY SEPARACJI CO₂ PO PROCESIE SPALANIA



Źródło: A.Kather, Workshop „CO₂-Capture, Utilization and - Storage”, January, 22nd, 2008



Metody adsorpcyjne

- ✓ stałe adsorbenty
- ✓ adsorbenty są w pełni regenerowalne
- ✓ brak emisji toksycznych składników do otoczenia
- ✓ metody sprawdzone na skalę przemysłową do separacji powietrza, odzyskiwania i oczyszczania wodoru, osuszania powietrza, itp.
- ✓ elastyczność pracy instalacji
- ✓ proces prowadzony cyklicznie



Węgiel aktywny
z łupin orzecha
kokosowego



Węglowe sito
molekularne



Zeolit



Techniki adsorpcyjne

PSA

adsorpcja
zmiennociśnieniowa

TSA

adsorpcja
zmiennotemperaturowa

V-PSA

adsorpcja
zmiennociśnieniowa
z zastosowaniem
próżni

PTSA

adsorpcja
zmiennociśnieniowa
i
zmiennotemperaturowa

ESA

adsorpcja
z zastosowaniem
niskonapięciowego
prądu elektrycznego

REGENERACJA ADSORBENTU ODBYWA SIĘ POPRZECZ

zmianę
ciśnienia

zmianę
temperatury

zmianę
ciśnienia

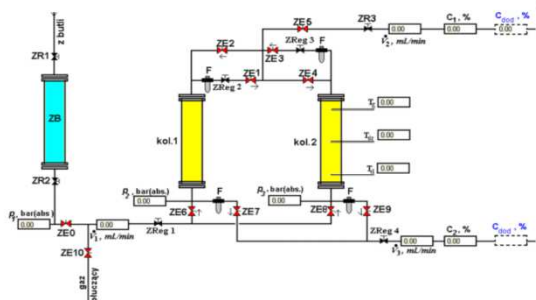
zmianę
ciśnienia oraz
temperatury

zmianę
temperatury



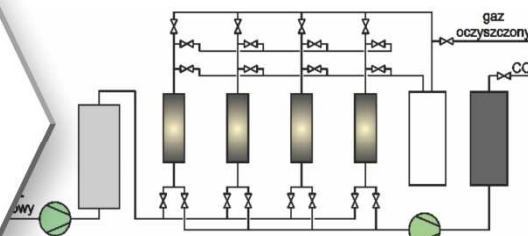
Skala badań

PCz • Spaliny syntetyczne



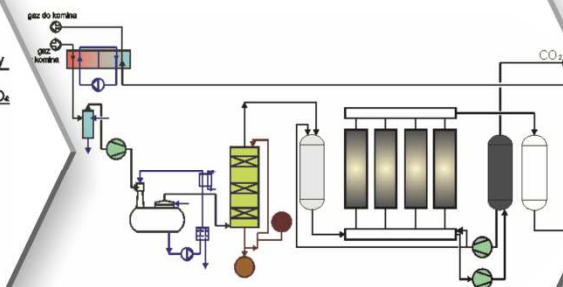
Mała skala laboratoryjna ~100 cm³/min

PCz • Instalacja pilotowa 0,1 MW

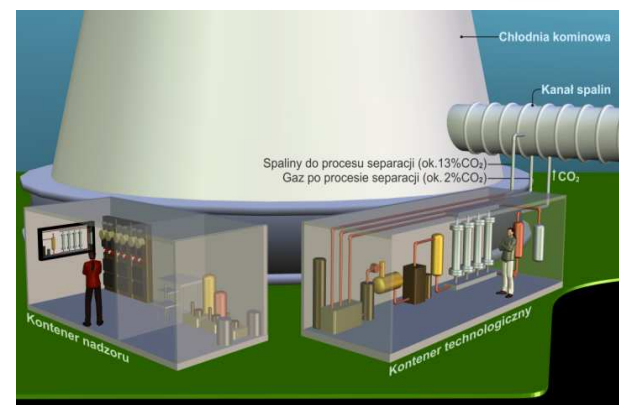


Duża skala laboratoryjna ~5 m³/h

Grupa TAURON
• Obiekt rzeczywisty 460 MWe



Skala pilotowa ~100 m³/h



Etapy badań metody adsorpcyjnej



Badania w skali laboratoryjnej

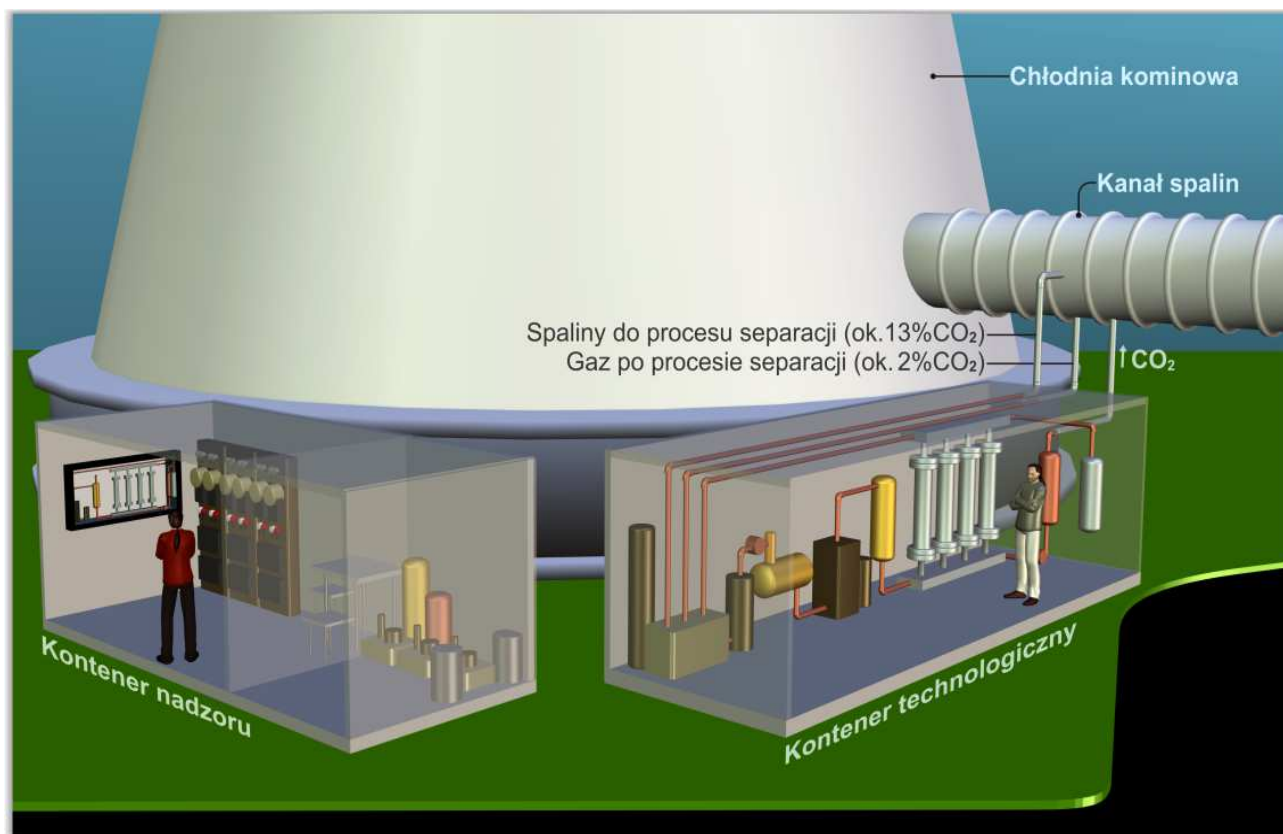


Czterokolumnowa instalacja adsorpcji
zmiennociśnieniowej V-PSA
(Politechnika Częstochowska)

*Instalacja wybudowana w ramach
Strategicznego Programu Badań
Naukowych i Prac Rozwojowych pt.
„Zaawansowane technologie pozyskiwania
energii” Zadanie Badawcze nr 2
„Opracowanie technologii spalania
tlenowego dla kotłów pyłowych i fluidalnych
zintegrowanych z wychwytem CO₂”.*



Badania w skali przemysłowej -koncepcja budowy mobilnej instalacji pilotowej



Budowa

kontener technologiczny
z częścią procesową

kontener nadzoru ze
sterowaniem, pomiarami
i częścią socjalną

Założenia procesowe

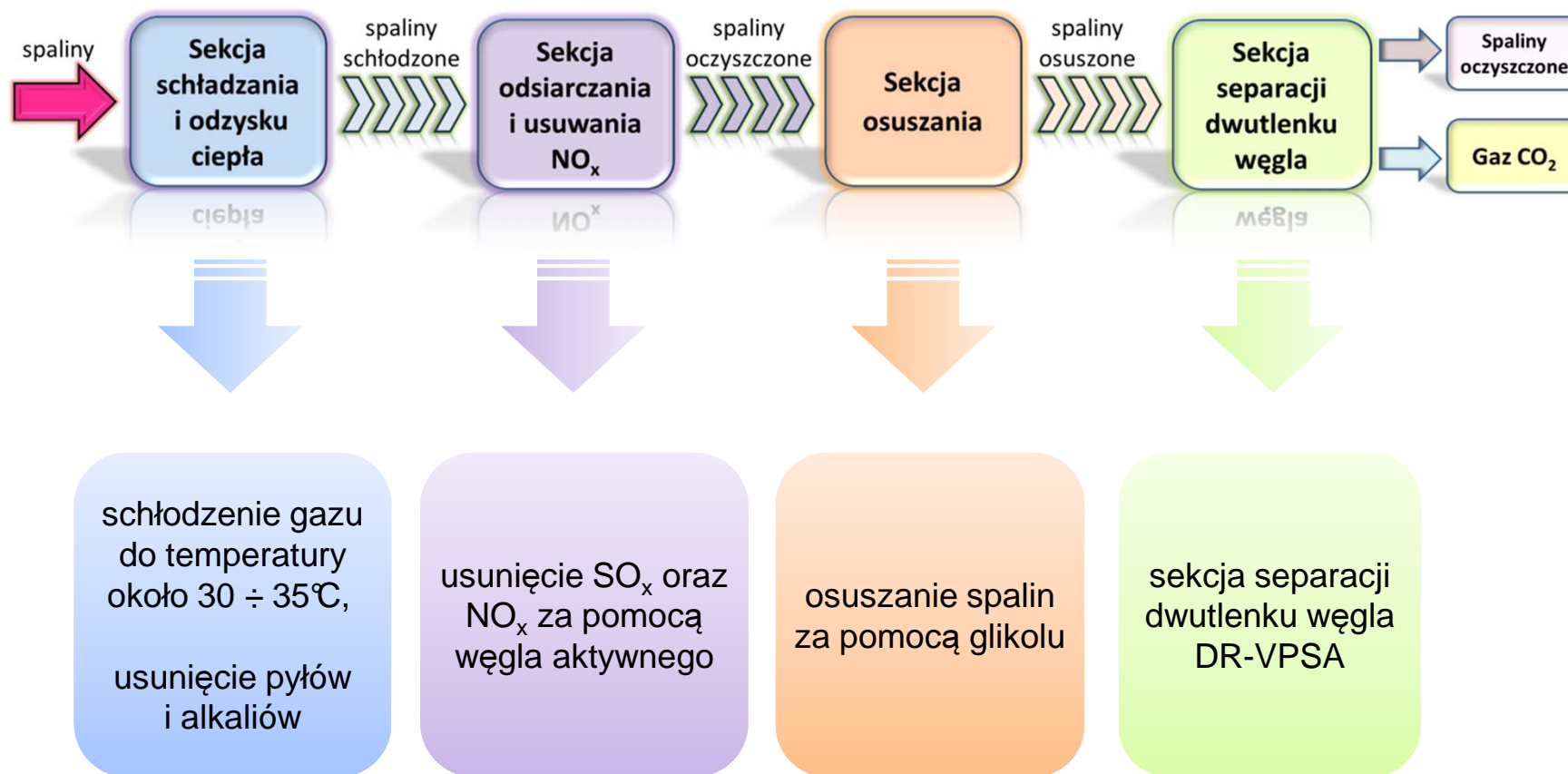
wydajność: $100 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$

ilość usuniętego CO_2 : $\sim 0,5 \text{ t}/\text{doba}$

Usytuowanie kontenerów mobilnej instalacji adsorpcyjnej
w Elektrowni Łagisza (TAURON Wytwarzanie S.A.)



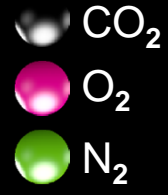
Badania w skali przemysłowej -schemat technologiczny



Schemat technologiczny pilotowej instalacji DR-VPSC

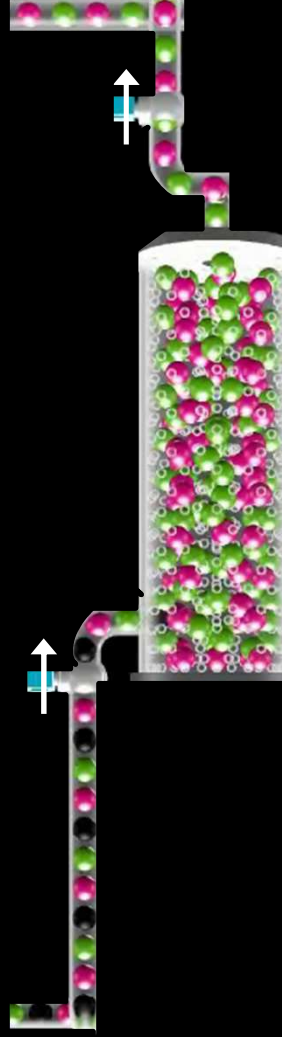
Przebieg procesu w kolumnie adsorpcyjnej

SEKCJA SEPARACJI CO₂ – ADSORBER 1 – ETAP 1



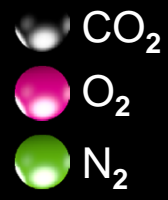
spaliny →

← gaz oczyszczony z CO₂



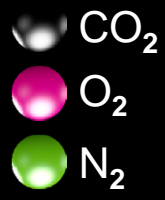
ADSORPCJA

SEKCJA SEPARACJI CO₂ – ADSORBER 1 – ETAP 2



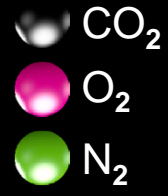
ROZPREŻANIE

SEKCJA SEPARACJI CO₂ – ADSORBER 1 – ETAP 3

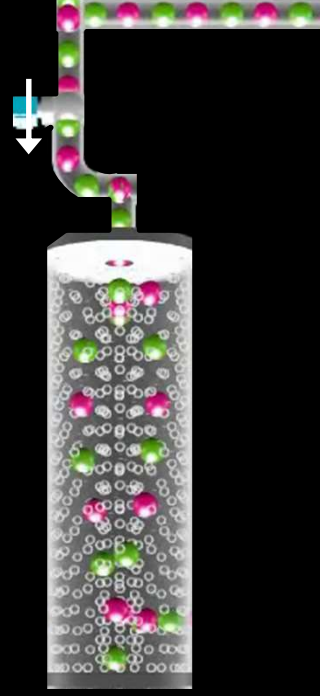


REGENERACJA

SEKCJA SEPARACJI CO₂ – ADSORBER 1 – ETAP 4



gaz oczyszczony z CO₂



SPRĘŻANIE

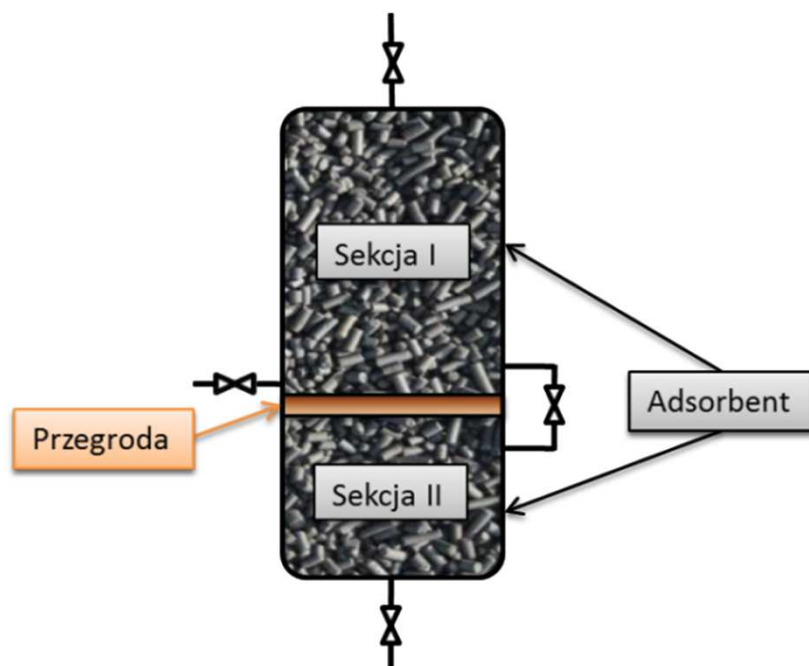


Badania w skali przemysłowej -zastosowanie techniki adsorpcyjnej DR-VP SA

DR-VP SA

(Dual-Reflux Vacuum-Pressure Swing Adsorption)

technika adsorpcji zmiennociśnieniowej z zastosowaniem próżni
z podwójnym płukaniem złoża składnikiem lekkim i ciężkim

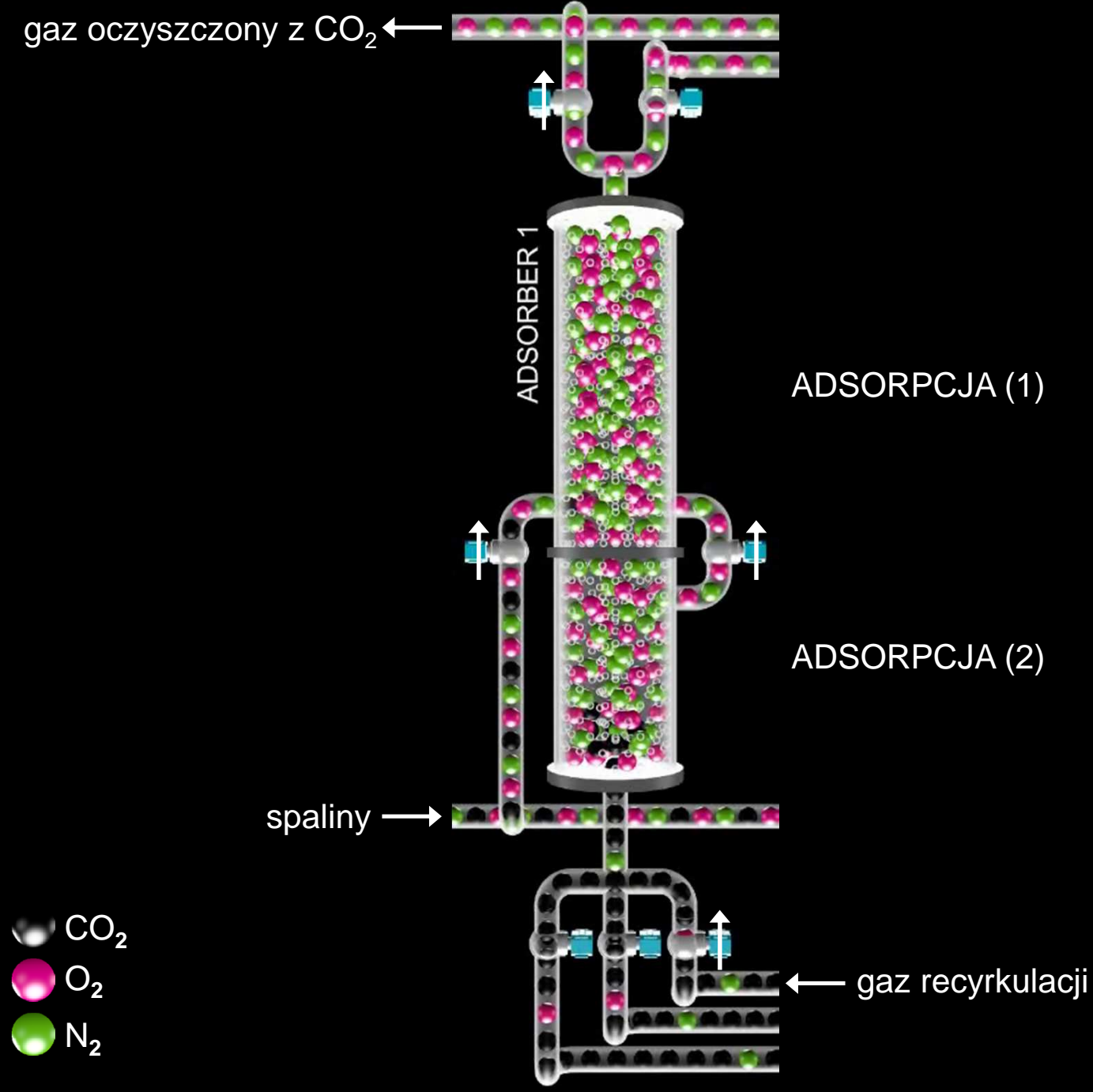


Schemat adsorbera w technologii DR-VP SA

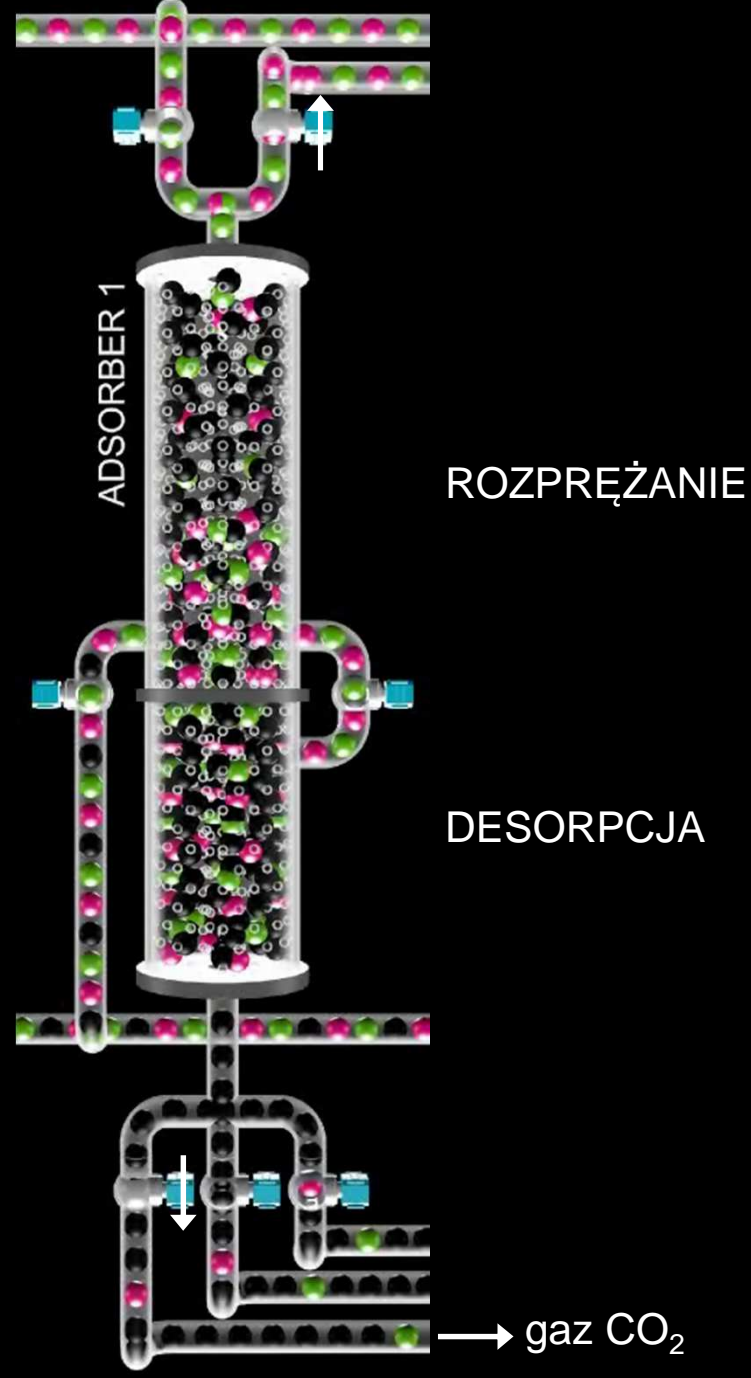
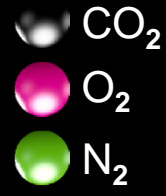
- zastosowanie dwusekcyjnego adsorbera
- wzbogacenia produktu otrzymanego z pierwszej sekcji w wydzielonej dodatkowej (drugiej) sekcji adsorbera
- możliwość uzyskania wysokiej sprawności wydzielania dwutlenku węgla oraz wysokiego stężenia CO₂ w produkcie

Przebieg procesu w kolumnie adsorpcyjnej (DR-VPsA)

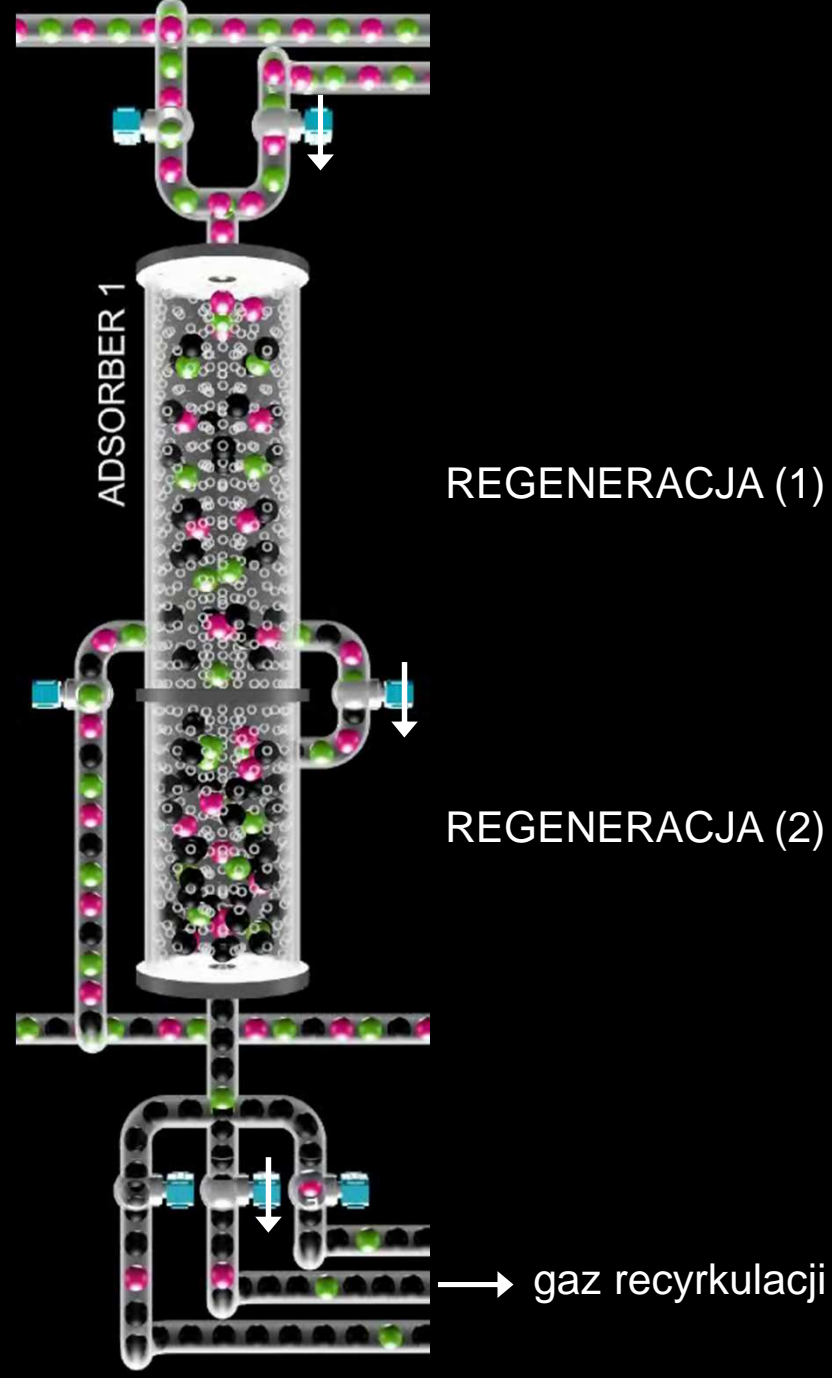
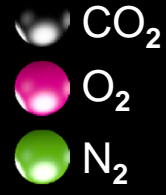
SEKCJA SEPARACJI CO₂ – ADSORBER 1 – ETAP 1



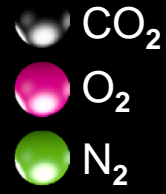
SEKCJA SEPARACJI CO₂ – ADSORBER 1 – ETAP 2



SEKCJA SEPARACJI CO₂ – ADSORBER 1 – ETAP 3



SEKCJA SEPARACJI CO₂ – ADSORBER 1 – ETAP 4

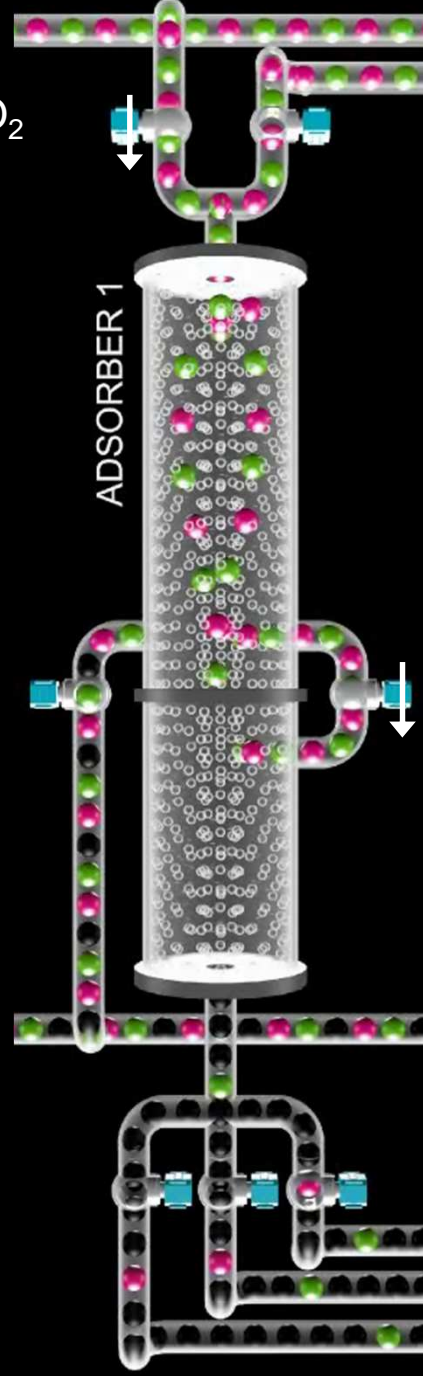


gaz oczyszczony z CO₂

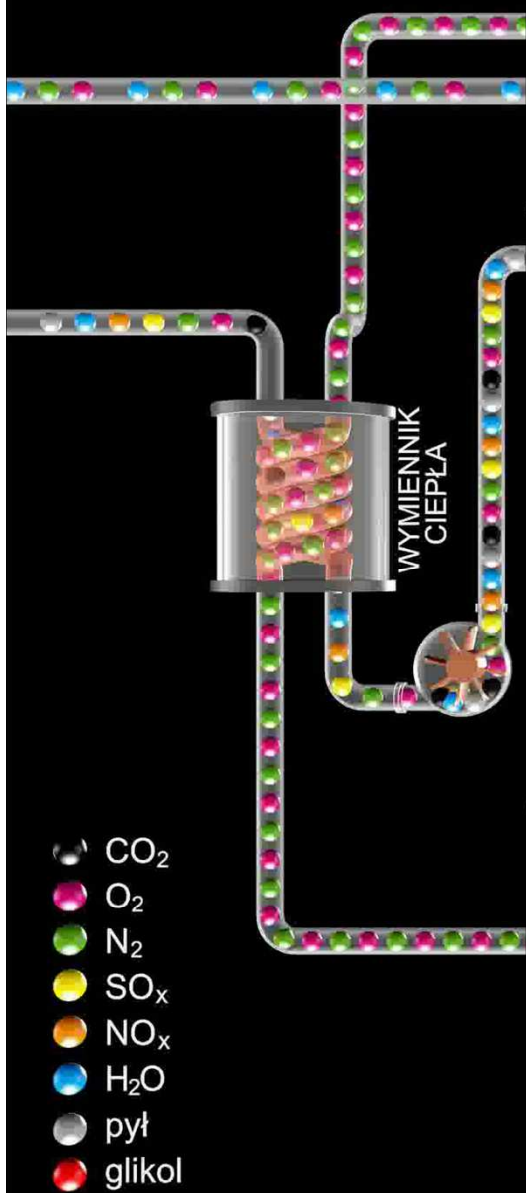
ADSORBER 1

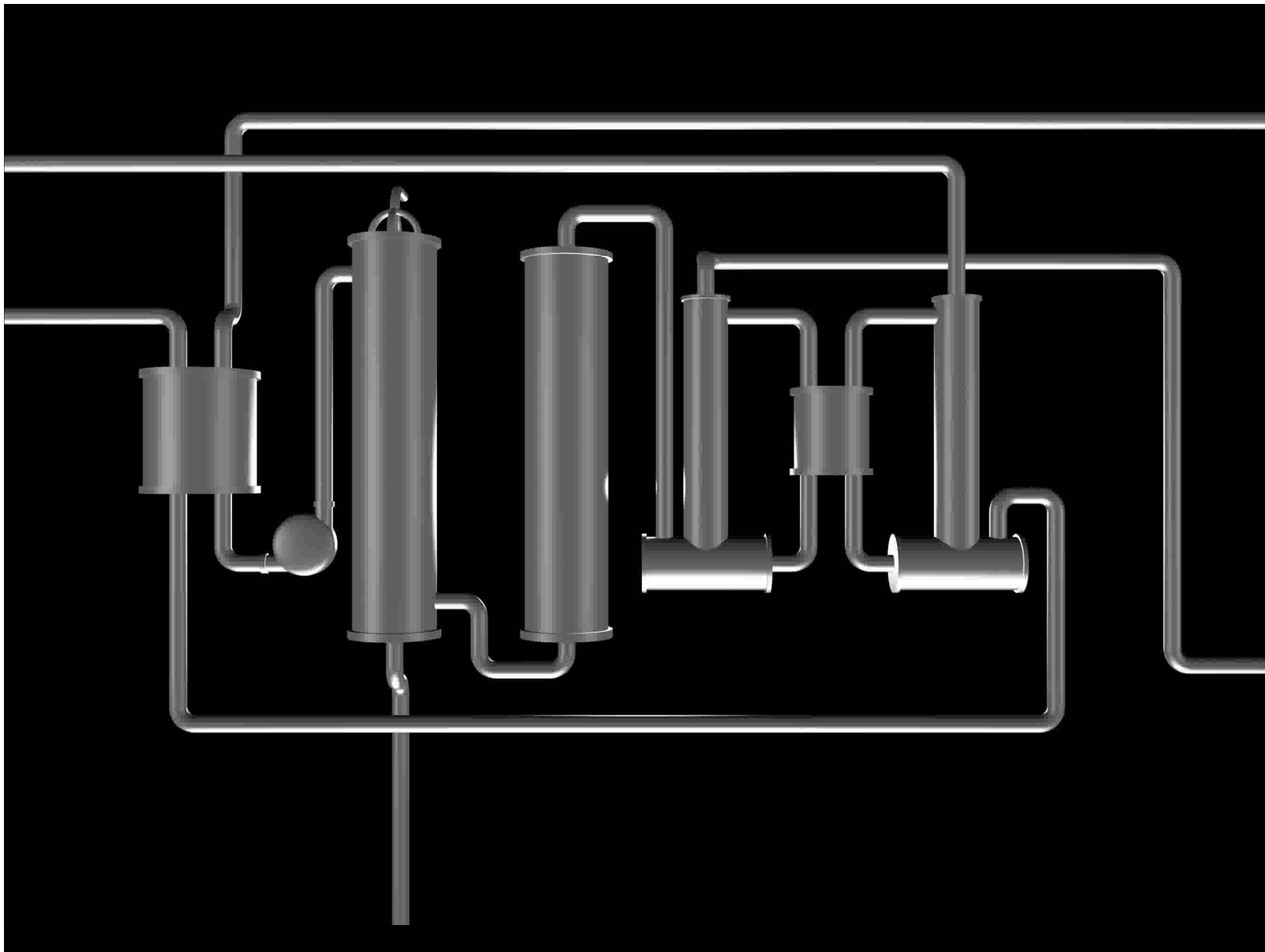
SPRĘŻANIE (1)

SPRĘŻANIE (2)

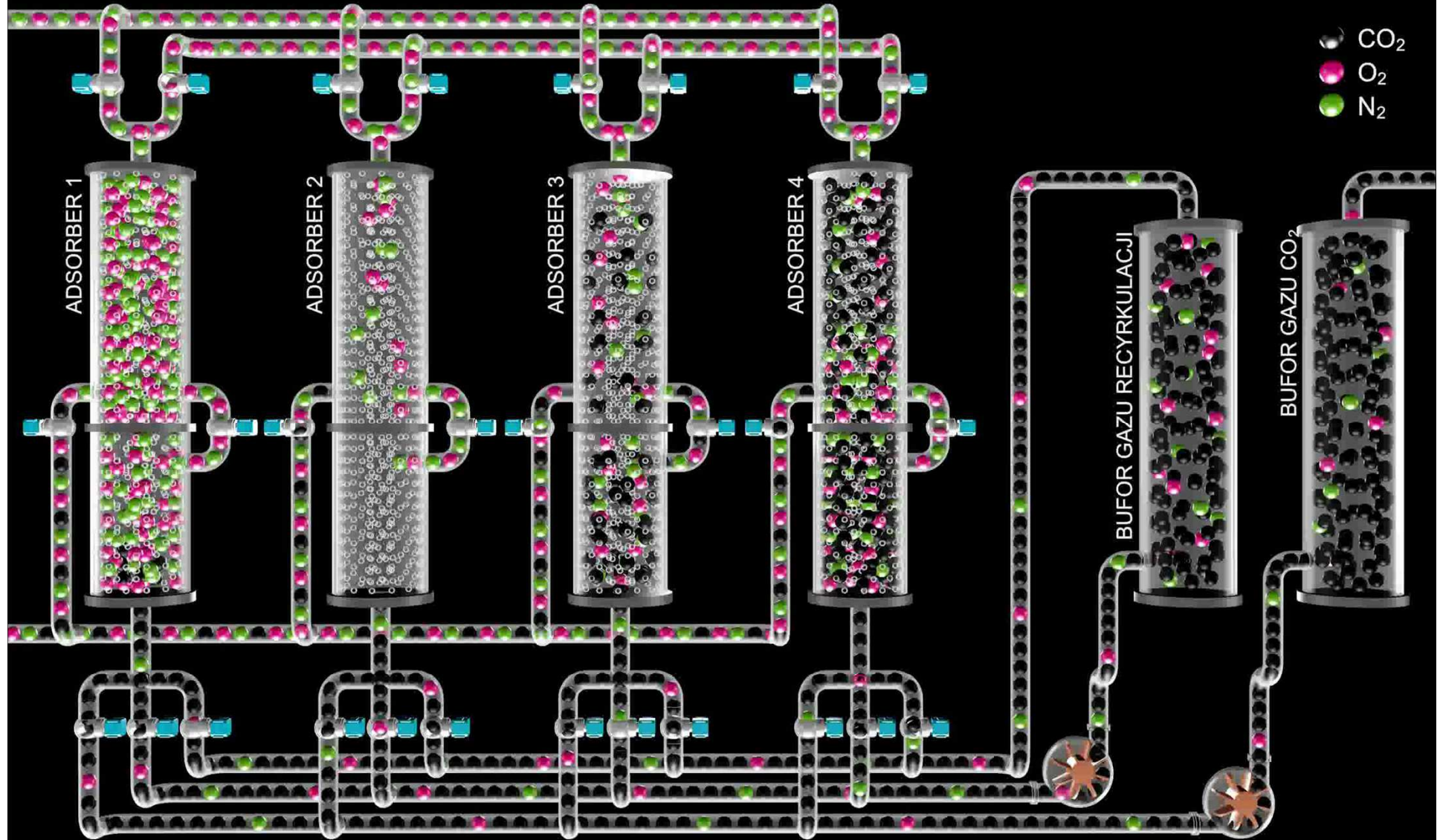


Animacja procesu





SEKCJA SEPARACJI CO₂



Przebieg budowy instalacji



Budowa mobilnej instalacji w skali pilotowej





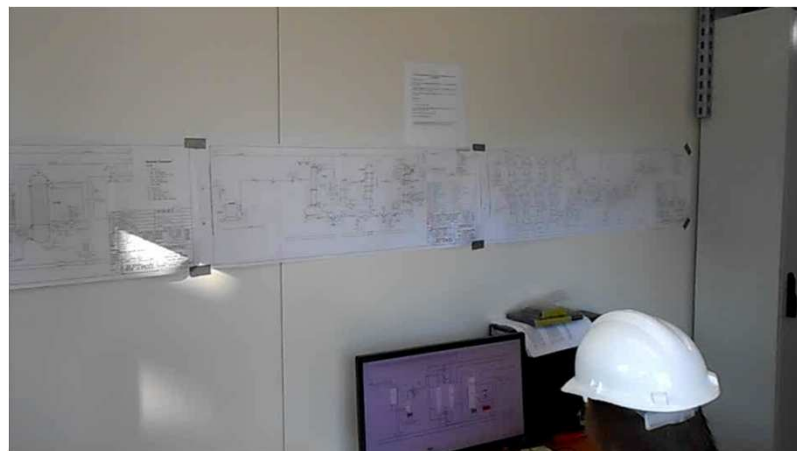
Budowa mobilnej instalacji w skali pilotowej – przebieg prac



Ruch regulacyjny instalacji



Ruch testowy instalacji



Ruch gwarancyjny instalacji



Budowa mobilnej instalacji w skali pilotowej – przebieg prac

Przekazanie instalacji do eksploatacji Elektrowni Łagisza – czerwiec 2013r.





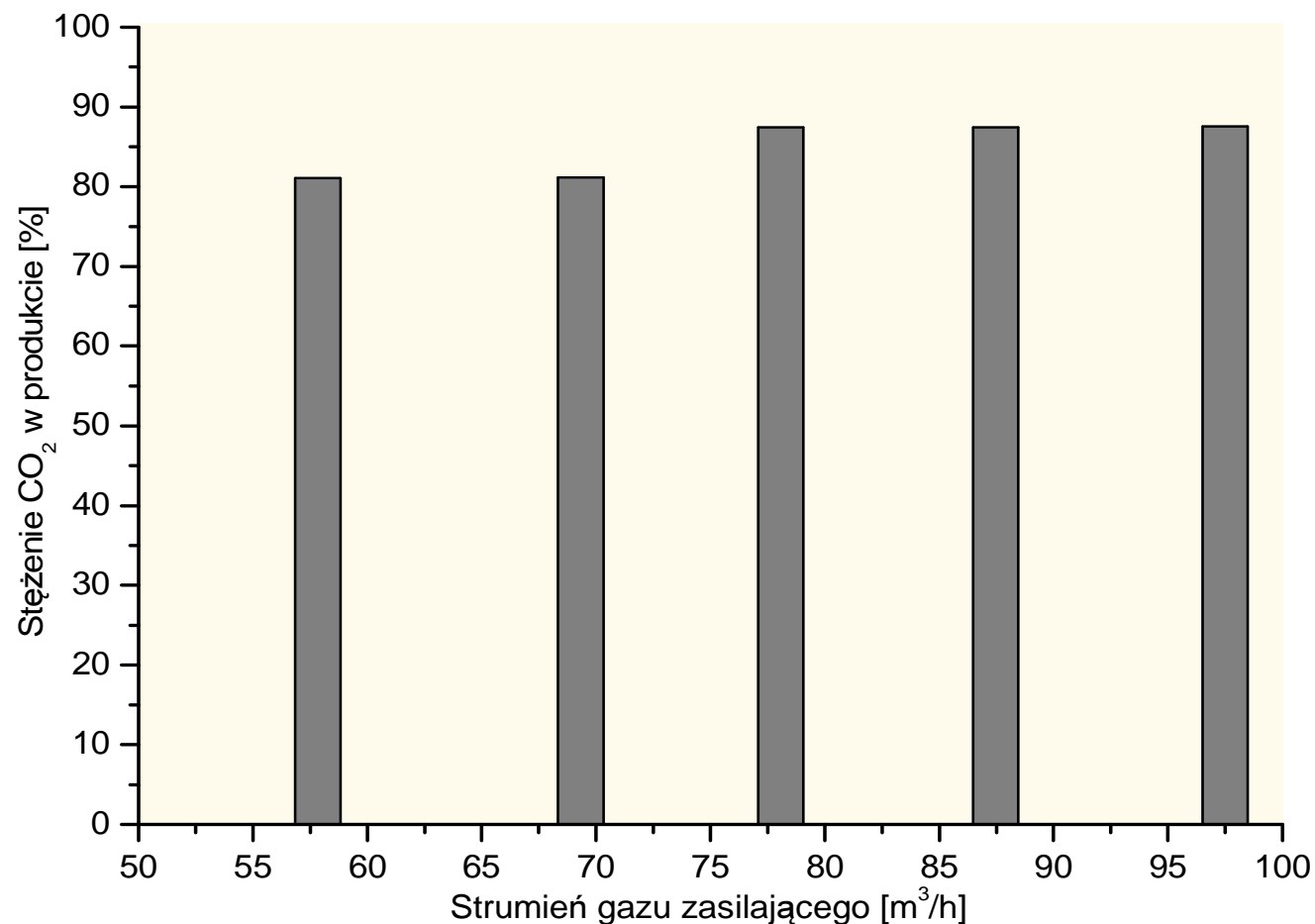
Badania



Badania prowadzone dla różnych procedur
(recept procesu) na węglu aktywnym



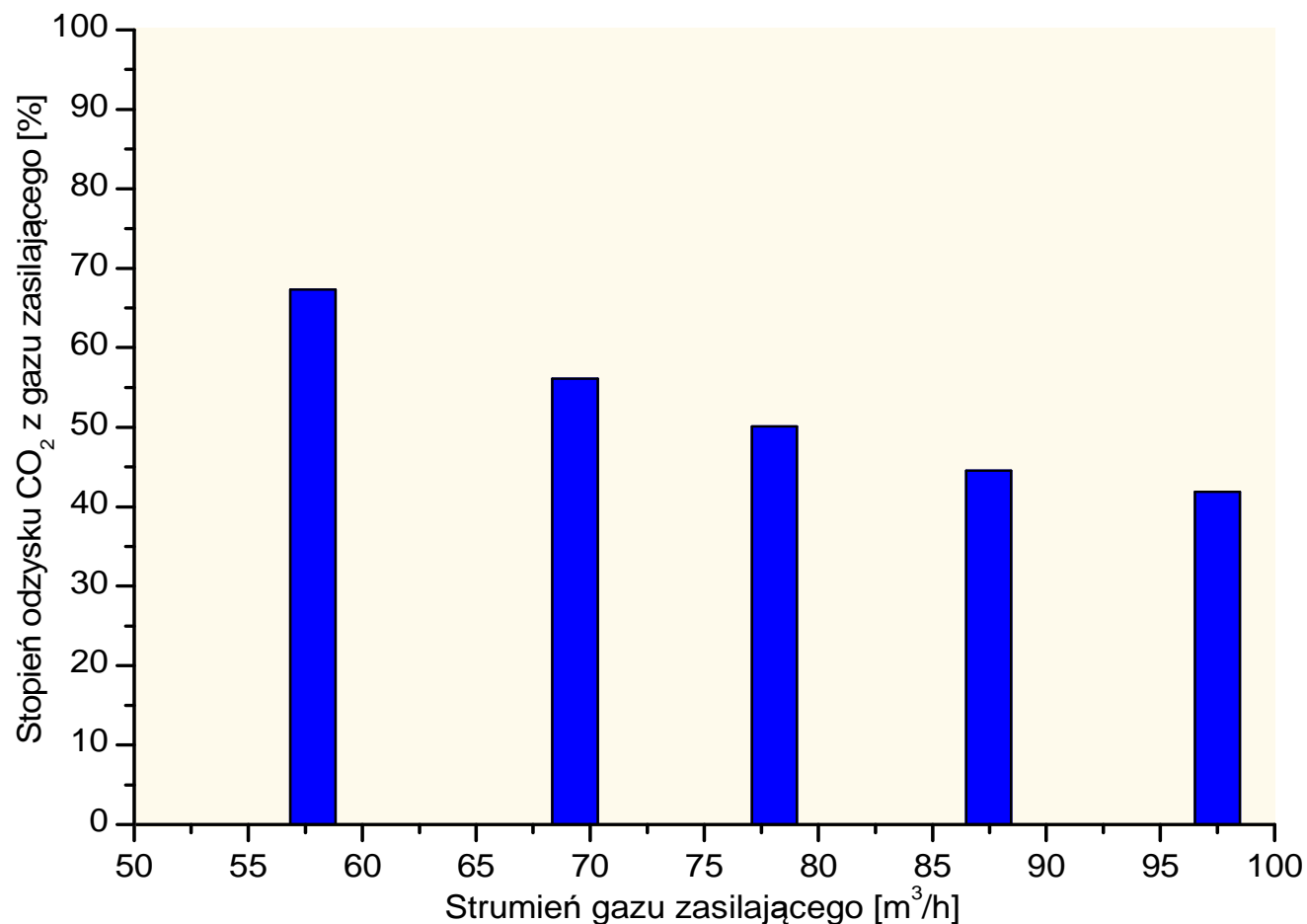
Przykładowe wyniki z badań dla recepty z płukaniem składnikiem ciężkim



stężenie CO₂ w spalinach: 10,3% - 14,4%



Przykładowe wyniki z badań dla recepty z płukaniem składnikiem ciężkim



stężenie CO₂ w spalinach: 10,3% - 14,4%



Wyniki badań - Wnioski

Wzrost wydajności instalacji wpływa na wzrost stężenia CO_2 w produkcie, ale obniża sprawność oczyszczania spalin.

Dłuższy czasu trwania etapu (czas cyklu pracy instalacji) pozwala na uzyskanie wyższego stężenia CO_2 w produkcie lecz obniża sprawność procesu.

Uzyskiwane wyniki są ściśle uzależnione od stężenia wlotowego CO_2 w spalinach, czyli pośrednio od obciążenia pracującego bloku energetycznego.



Cechy instalacji

Zalety:

- zastosowanie stałych, w pełni regenerowanych adsorbentów, bez potrzeby ich okresowego uzupełniania,
- brak emisji toksycznych składników do atmosfery,
- elastyczność pracy instalacji,
- proces regeneracji prowadzony cyklicznie,
- metoda adsorpcyjna jest znana i stosowana w przemyśle do separacji powietrza, odzyskiwania i oczyszczania wodoru, osuszania powietrza, itp.

Wady:

- konieczność przygotowania spalin przed procesem separacji CO₂,
- duże obciążenie zaworów (liczba włączeń),
- wymagana wysoka szczelność instalacji (związana z otrzymywaniem produktu przy podciśnieniu),



Dalsze plany badań w ramach Strategicznego Programu Badań

Testy na innych adsorbentach – możliwości uzyskania wyższych czystości dwutlenku węgla i stopnia jego odzysku z gazu zasilającego

Ocena parametrów energetycznych, użytkowych, zapotrzebowania na media dla poszczególnych recept

Ocena eksploatacji instalacji po dłuższym okresie badań

Opracowanie studium wykonalności instalacji separacji CO₂ dla nowego bloku Elektrowni Łagisza



Podziękowania

*Praca naukowa dofinansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, w ramach Strategicznego Programu Badań Naukowych i Prac Rozwojowych pt. „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii”
Zadanie Badawcze nr 2 „Opracowanie technologii spalania tlenowego dla kotłów pyłowych i fluidalnych zintegrowanych z wychwytem CO₂”,
umowa nr SP/E/2/66420/10.*