



TAURON

System metanizacji CO₂ do magazynowania energii elektrycznej poprzez produkcję SNG

CO₂ Methanation System for Electricity Storage Through SNG Production

tauron-wytwarzanie.pl



OPIS PROJEKTU

Unia Europejska prowadzi działania mającym na celu redukcję emisji CO₂ oraz zwiększenie do roku 2020 udziału produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii do poziomu co najmniej 20%. Wadą odnawialnych źródeł energii, takich jak energia z wiatru czy słońca, jest ich okresowość, co powoduje niestabilność produkcji energii elektrycznej. Aby możliwe było osiągnięcie celów wyznaczonych przez UE, konieczne jest magazynowanie energii elektrycznej.

Projekt CO₂-SNG służy jednoczesnemu rozwiązaniu problemów wykorzystania CO₂ oraz magazynowania energii wytworzonej w oparciu o OZE. Dwutlenek węgla wychwycony ze spalin z bloku energetycznego w połączeniu z wodorem produkowanym w elektrolizerze przekształcany jest w specjalnych reaktorach metanizacji do Syntetycznego Gazu Ziarnego SNG.

Po latach badań we współpracy z naukowcami i firmami przemysłowymi opracowano nowatorską konstrukcję reaktora metanizacji, w której konwersja CO₂ przynosi korzyści ekonomiczne. Aby przenieść wyniki działań laboratoryjnych na skalę pilotażową, powstało konsorcjum zrzeszające: TAURON Wytwarzanie S.A. (lider projektu), Francuską Komisję Energii Alternatywnych i Energii Atomowej (CEA), francuską firmę ATMOSTAT, Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie (AGH), Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla (IChPW), RAFAKO S.A., West Technology & Trading Sp. z o.o. (WTT Polska) i Exergon Sp. z o.o. Budowa, rozruch i roczne próby na instalacji pilotażowej finansowane są przez Konsorcjum, przy współudziale Innoenergy oraz Partnerów Projektu.

Doświadczenie i wiedza zdobyte przy pracy na instalacji pilotażowej doprowadzą do komercjalizacji projektu.

OVERVIEW

European Union leads in CO₂ emission reduction with the objective that at least 20% of their energy will come from renewable sources in 2020. The disadvantage of renewable sources like solar and wind energy is their intermittency resulting in a fluctuation of their production. To reach its objective, the electricity should be stored.

The CO₂-SNG project is devoted to solve simultaneously the CO₂ utilization and renewable electricity storage problems. CO₂-SNG methanation devices convert Carbon Dioxide captured from flue gas and Hydrogen produced by electrolyzer to Synthetic Natural Gas (SNG).

After years of research, a new technology of methanation structured reactor has been developed with collaboration of scientists and industrials. It makes possible a profitable conversion of CO₂. To continue the execution of research tasks needed to industrialize the process, a shift from laboratory scale to pilot scale is required. That is why a consortium has been created. It gathers TAURON Wytwarzanie SA (manager of CO₂-SNG), CEA (French Alternatives Energies and Atomic Energy Commission), the French company ATMOSTAT, AGH University of Science and Technology, the Institute for Chemical Processing of Coal (IChPW), the company RAFAKO, the company West Technology & Trading (WTT) and the company Exergon. Consortium is in charge of building, commissioning and testing of the pilot plant.

The experience resulting from CO₂-SNG should lead to several optimizations. These changes as well as the knowledge gained about the process will lead to propose a marketable unit in an industrial scale.

PARTNERZY PROJEKTU CO₂-SNG

TAURON Wytwarzanie

Koordynator projektu, odpowiada za budowę i testowanie instalacji, która jest zintegrowana z instalacją wychwytywania CO₂

AGH Kraków

Odpowiada za kinetyczną analizę reakcji metanizacji na różnych katalizatorach

ATMOSTAT

Opracowanie i dostarczenie modułowych reaktorów strukturalnych

CEA (Francuska Komisja Energii Alternatywnych i Energii Atomowej)

Odpowiada za zaprojektowanie i realizację pierwszego reaktora 3–4 m³/h

EXERGON

Termodynamiczne modelowanie procesu, integracja cieplna układu, przygotowanie Studium Wykonalności oraz analiza biznesowa produktu

ICHPW

Testowanie układu w skali pilotowej w rzeczywistym środowisku przemysłowym i skalowanie procesu wychwytu CO₂

RAFAKO

Opracowanie projektu wykonawczego instalacji i modelu 3D, integracja reaktora metanizacji z całością instalacji. Nadzór nad dokumentacją urządzeń pomocniczych, sprzedaż przyszłych produktów projektu

West Technology & Trading

Odpowiada za przygotowanie dokumentacji koniecznej do produkcji i zakupu urządzeń oraz ich integrację z całością instalacji

PROJECT PARTNERS CO₂-SNG

TAURON Wytwarzanie

The Project leader, responsible for building and testing the plant, which is integrated with CO₂ capture plant

AGH Kraków

Kinetic analysis of methanation reaction on different catalysts

ATMOSTAT

Development and delivery of modular structured reactor for demonstration plant

CEA (French Alternatives Energies and Atomic Energy Commission)

Pilot research/tests of the first reactor 3–4 m³/h. Assumptions for the demonstration plant.

EXERGON

Thermodynamic modeling of the process, thermal integration, contribution in preparing Feasibility Study and Business Case

ICHPW

CO₂-SNG pilot plant test in industrial conditions and carbon capture process scale-up

RAFAKO

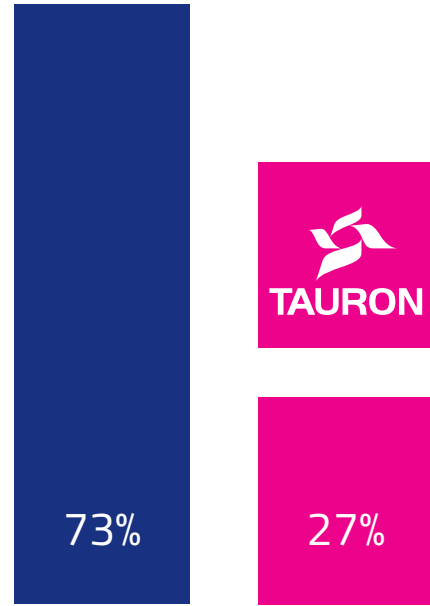
Co-designing of the demonstration plant, supervising construction works on the plant, commercialization of the project results

West Technology & Trading

Preparing process documentation required for designing and purchase of devices and equipment and their integration

FINANSOWANIE PROJEKTU

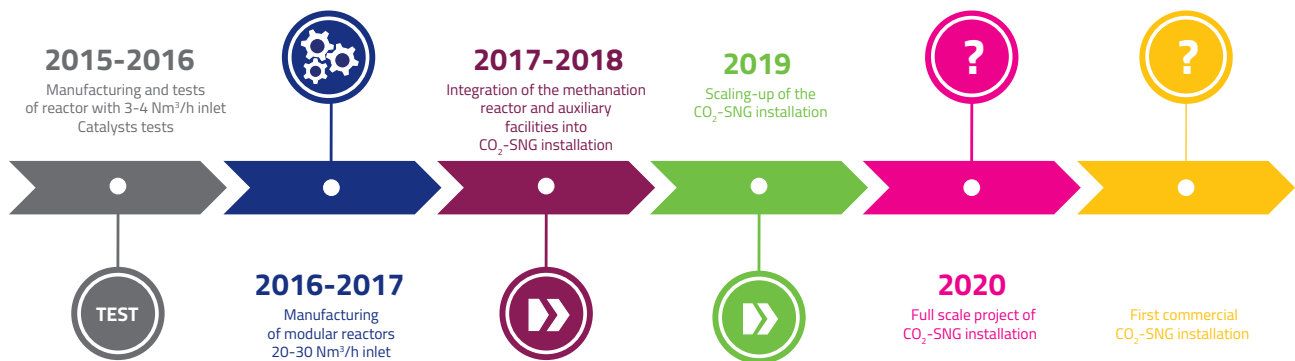
THE PROJECT IS FINANCED BY



HARMONOGRAM



TIMETABLE





Zdjęcie: SKID reaktora metanizacji
Photo: Methanation reactor SKID

Dane techniczne SKIDu reaktora:

Strumień gazu – do 22,5 Nm³/h
Waga: 540 kg

Technical Characteristic of Reactors SKID:

Stream of inlet gas – up to 22,5 Nm³/h
Weight: 540 kg



Zdjęcie: Lokalizacja instalacji pilotażowej CO₂-SNG w TAURON Wytwarzanie S.A.
Oddział Elektrownia Łaziska w Łaziskach Górnych
Photo: Location of CO₂-SNG Plant in Tauron Wytwarzanie Łaziska Power Plant

Dane techniczne instalacji pilotażowej:

Strumień CO₂ – 4,5 Nm³/h
Strumień H₂ – 18,0 Nm³/h
Temperatura procesowa – 300–350°C
Ciśnienie gazu – do 15 b
Stopień konwersji CO₂ do SNG >97%
Elastyczność – od 20% do 100%
Produkcja metanu – 4,4 Nm³/h

Pilot Plant Technical Characteristic:

Stream of CO₂ – 4,5 Nm³/h
Stream of H₂ – 18,0 Nm³/h
Process temperature – 300–350°C
Gas pressure – up to 15 bar
Carbon conversion to SNG >97%
Flexibility – from 20% to 100%
Methane production – 4,4 Nm³/h

TAURON Wytwarzanie Spółka Akcyjna

ul. Promienna 51, 43-603 Jaworzno
tel.: +48 32 467 20 00, fax: +48 32 467 21 02
tauron-wytwarzanie@tauron-wytwarzanie.pl
www.tauron-wytwarzanie.pl

Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla

ul. Zamkowa 1, 41-803 Zabrze
tel.: +48 32 271 00 41, fax: +48 32 271 08 09
office@ichpw.pl
www.ichpw.pl

RAFAKO Spółka Akcyjna

ul. Łąkowa 33, 47-400 Racibórz
tel.: +48 32 410 10 00
info@rafako.com.pl
www.rafako.com.pl

West Technology & Trading Sp. z o.o.

ul. Oświęcimska 100 E, 45-641 Opole
tel.: +48 77 457 64 73
pk@wttpolska.pl
www.wttpolska.pl

ATMOSTAT

31, rue René Hamon
94815 Villejuif Cedex
tel.: +33 1 46 77 67 27
fax: +33 1 46 78 18 11
www.atmostat-alcen.com/fr

CEA

91191 Gif-sur-Yvette cedex
tel.: +33 01 64 50 10 00
www.cea.fr

**Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie**

al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
tel.: +48 12 617 22 22
korozja@agh.edu.pl
www.agh.edu.pl

Exergon Sp. z o.o.

ul. Jagiellońska 4, 44-100 Gliwice
tel.: +48 794 904 200
sekretariat@exergon.pl
www.exergon.pl

OPIS INSTALACJI

Instalacja CO₂-SNG jest jedną z pierwszych na świecie wykorzystującą tego typu reaktor metanizacji. Celem instalacji jest konwersja 4,5 Nm³/h CO₂ do SNG. CO₂ jest wychwytywane ze spalin z bloków energetycznych w TAURON Wytwarzanie S.A. Oddział Elektrownia Łaziska w Łaziskach Górnych w pilotażowej instalacji CCP (Carbon Capture Plant) wykorzystującej absorpcję CO₂ w roztworach amin, która została opracowana i przetestowana przez TAURON i IChPW.

Aby dostosować system CO₂-SNG do współpracy z niestabilnymi źródłami energii odnawialnej, instalację zaprojektowano do pracy w szerokim zakresie mocy 20–100% mocy znamionowej. Instalacja została zaprojektowana i skonstruowana z wykorzystaniem mobilnych kontenerów (nadzoru, analizatora, sprężonego powietrza, elektrolizera oraz metanizacji). Kontener metanizacji jest sercem systemu metanizacji, obejmuje kontrolę ciśnienia i przepływu gazów, a także układ chłodzący reaktora.

DESCRIPTION OF THE PLANT

CO₂-SNG plant is one of the first in the world using this kind of methanation reactor. The Target of the plant is the conversion of 4,5 Nm³/h of CO₂ to SNG. The CO₂ is captured from the flue gas of TAURON Wytwarzanie SA Łaziska Power Plant. A Pilot Amine-Based CO₂ Capture Plant has already been developed and tested by TAURON and IChPW and will extract the CO₂ from flue gas.

To be compatible for the use of renewable electricity, the pilot plant has been designed to work with a large range, from 20% to 100% of the nominal capacity. It has been designed and constructed using mobile containers (supervision container, power control container, gas analyze container, electrolyze container and methanation container). The methanation container is the heart of the system, it includes pressure and flow control of gases and the cooling circuit.

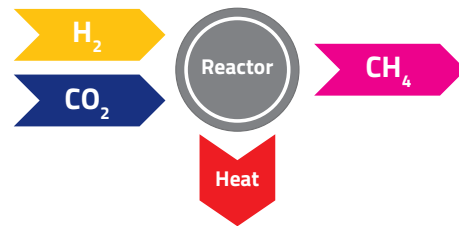
REAKTOR METANIZACJI

Dotychczas wykorzystywane w przemyśle układy metanizacji składają się z kaskadowych reaktorów adiabacyjnych lub reaktorów rurowych. W tego typu reaktorach kontrola temperatury procesu jest trudna, a koszty eksploatacji i konserwacji są wysokie. Reaktory metanizacji opracowane przez **CEA i ATMOSTAT** oparte są na unikalnej konstrukcji, która zapewnia lepszą kontrolę temperatury procesu metanizacji. W opracowanej koncepcji reaktorów strukturalnych reakcja metanizacji realizowana jest w „kanałach reakcyjnych” wypełnionych drobnziarnistym katalizatorem, natomiast odbiór ciepła ze strefy reakcji realizowany jest poprzez krążący w „kanałach chłodzących” czynnik – olej termalny.



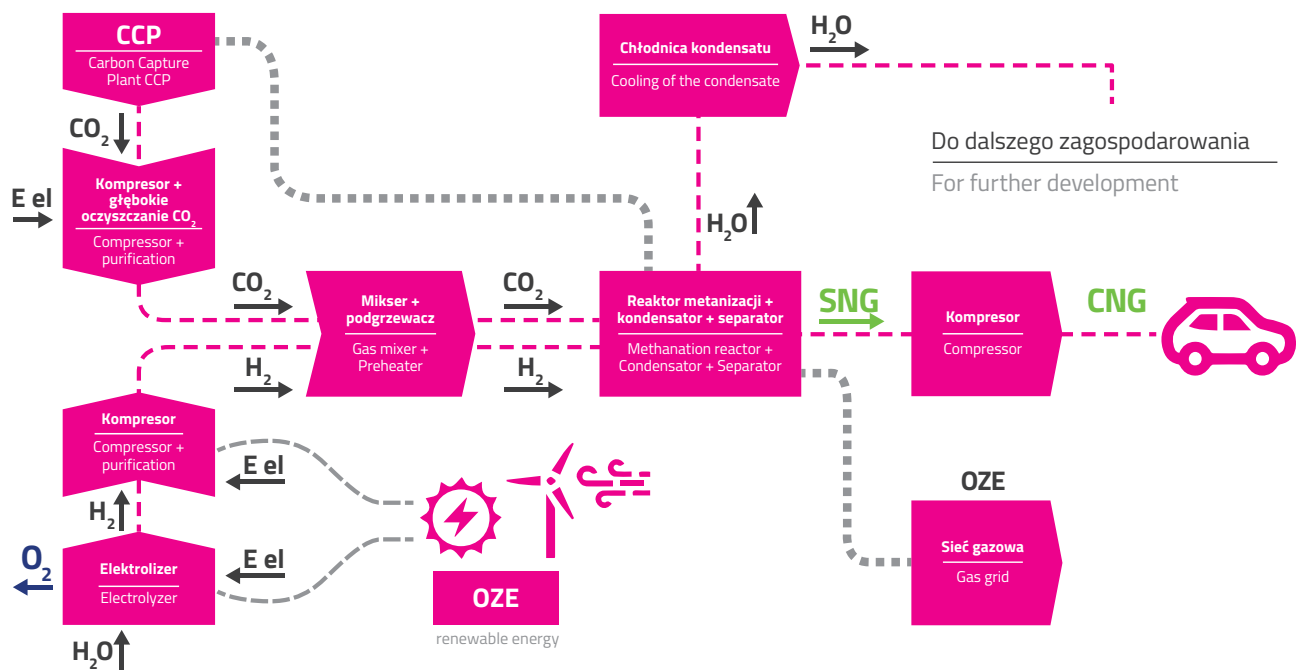
REACTOR OF METHANATION

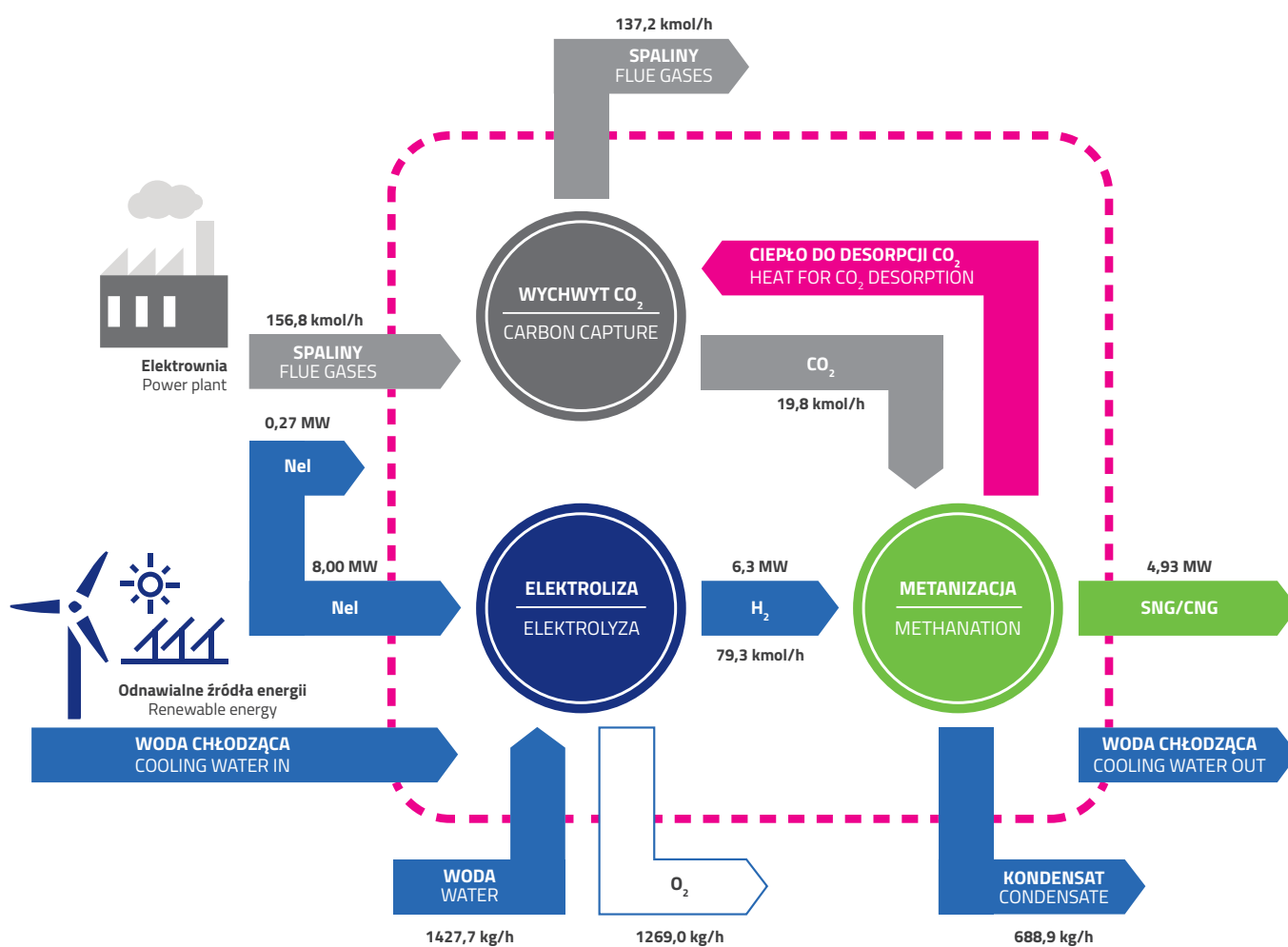
The State of The Art methanation reactor technologies consist of cascade of large scale adiabatic reactors or tubular reactors. In such reactors, the temperature control of the reaction is very difficult and the operating and maintenance cost are high. The reactors developed by **CEA and ATMOSTAT** are based on a new approach, which ensure the control of the reaction temperature. The concept of structured reactors is based on a catalyst powder inserted inside “reactive channels” through which reactant gases are circulating, which are cooled with oil by other channels.



SCHEMAT PROCESU CO₂-SNG

CO₂-SNG PROCESS DIAGRAM





Schemat procesu na instalacji komercyjnej CO₂-SNG
Scheme of the process in CO₂-SNG Commercial Plant

WYKORZYSTANIE SNG/CNG

Istnieje wiele możliwości wykorzystania syntetycznego metanu – SNG produkowanego w instalacji CO₂-SNG. Między innymi możliwe jest wytwarzanie CNG (sprężonego gazu ziemnego) do napędzania samochodów. CNG jest o wiele bardziej przyjazny dla środowiska niż tradycyjne paliwa samochodowe, jak olej napędowy czy benzyna. Ciągłe zaostrzanie norm emisyjnych może spowodować, że CNG będzie w przyszłości pionierem na rynku alternatywnych paliw samochodowych.

Możliwe jest również magazynowanie SNG poprzez jego zatłaczanie do sieci gazowej. SNG ma właściwości, które pozwalają na wtłaczanie go do istniejącego systemu gazowego i transportowanie do odbiorców, bez konieczności budowania nowej sieci.

WAYS TO USE SNG/CNG

There are many possibilities to use the CO₂-SNG pilot plant product. Among other things, it is possible to produce CNG (compressed natural gas) from SNG (synthetic natural gas) to power cars. CNG is far more environmentally friendly than other automotive fuels. Continuous tightening of emission standards for harmful substances may cause that CNG will in the future be a pioneer in the car fuel market, in addition to electricity.

It is also possible to create SNG warehouses and to inject SNG into the gas network. SNG has properties that allow it to be pressed into the gas system and transported to recipients. What is important, this allows you to use the existing gas system without having to build a new network.

INSTALACJA CO₂-SNG / CO₂-SNG PLANT

SNG

Wtłaczanie SNG do istniejącego systemu gazowego

Injection of SNG into the gas network

CNG

Zasilanie silników samochodowych

Fueling car engines



tauron-wytwarzanie.pl

PLANOWANE TESTY

Testy planowane na instalacji CO₂-SNG mają na celu uprzemysłowienie procesu. Te planowane na 2019 rok związane są z:

- ✓ Walidacją technologii metanizacji: 4,5 Nm³/h strumienia CO₂ dla zmiennych obciążeń w zakresie od 20 do 100% mocy znamionowej.
- ✓ Walidacją dynamiki pracy układu metanizacji dla trybu pracy instalacji w okresach nadprodukcji energii z OZE i wynikającą stąd koniecznością częstych wyłączeń oraz zmiany parametrów wejściowych.
- ✓ Potwierdzeniem żywotności katalizatora oraz stopnia konwersji CO₂ do metanu.
- ✓ Analizą efektów energetycznych układu metanizacji ukierunkowaną na możliwość wykorzystania ciepła wydzielanego w procesie metanizacji do wstępnego podgrzewania gazu na wlocie do reaktora bądź do regeneracji amin w jednostce CCP.

CNG wyprodukowany przez instalację będzie magazynowany w butlach i wykorzystywany do napędzania samochodów.

TESTS PLANNED

The tests planned for CO₂-SNG aim to industrialize the process. They should last at least 6 months and are related to:

- ✓ Validation of the methanation technology: conversion of 4,5 Nm³/h of CO₂, flexibility from 20 to 100%.
- ✓ Validation of the assessments about dynamic behavior of reactors for startup, shutdown and gas inlet variation.
- ✓ Life duration of catalyst to have 97% of CO₂ conversion to methane: validation of the simulation, demonstrate long term efficiency of catalyst with industrial quality gases.
- ✓ Evaluation of the methanation heat released in order to validate the possibility of using it for preheating gas at the reactors inlet and/or for the CO₂ capture unit (amines regeneration).

The SNG produce during these tests will be stored in a tank and could be used to fuel a car.



INSTALACJA WYCHWYTU CO₂

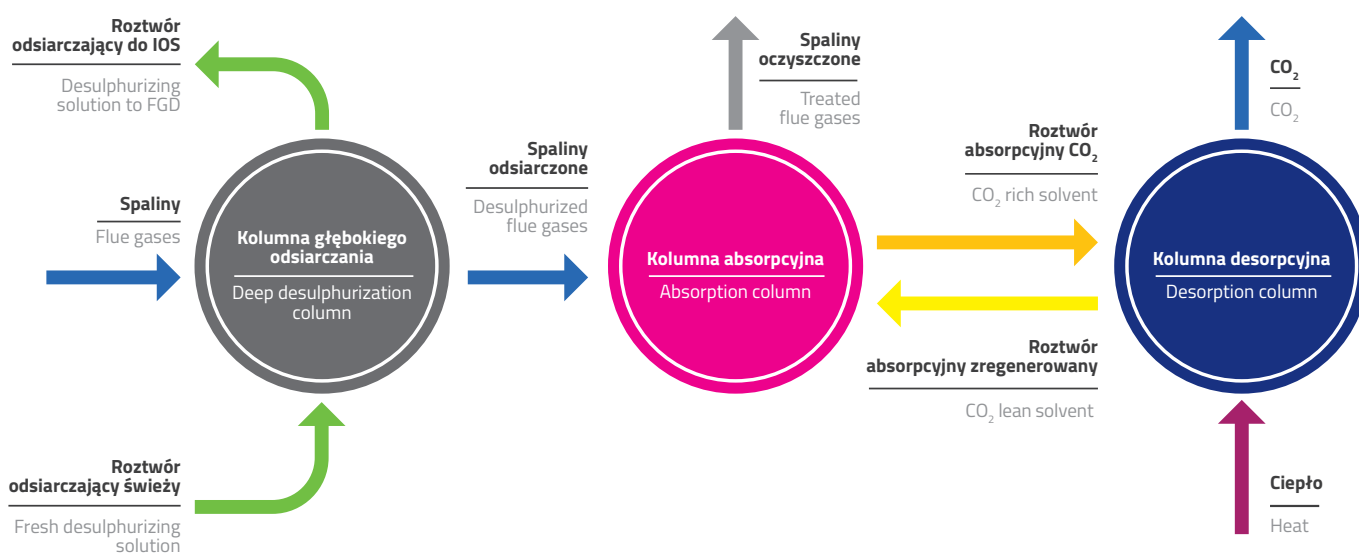
Spaliny wytworzone w bloku węglowym posiadają zbyt wysokie stężenie tlenków siarki jak na wymogi zastosowanej w instalacji technologii usuwania CO₂. Zatem przed przystąpieniem do właściwego procesu spaliny wymagają przygotowania polegającego na usunięciu tlenków siarki. W instalacji pilotowej proces ten realizowany jest w pierwszej kolumnie, gdzie spaliny kontaktują się ze specjalnym roztworem.

Odsiarczone spaliny kierowane są do drugiej kolumny, tzw. absorbera, gdzie kontaktują się z roztworem absorpcyjnym, opartym na związkach aminowych, który wiąże chemicznie większość CO₂. Oczyszczone spaliny opuszczają kolumnę i kierowane są do komina. Związany chemicznie dwutlenek węgla wraz z roztworem kierowany jest do trzeciej kolumny, tzw. desorbera. Do urządzenia tego doprowadzane jest ciepło, które powoduje, że z roztworu desorbuje się (uwalnia) gazowy CO₂. Uzyskany w ten sposób strumień gazu kierowany jest do komina – w procesie przemysłowym zostanie odpowiednio wykorzystany. Pozbawiony CO₂ roztwór absorpcyjny zwracany jest do kolumny absorpcyjnej, gdzie ponownie kontaktuje się ze spalinami i absorbuje CO₂. W ten sposób cykl powtarza się, co umożliwia prowadzenie procesu w sposób ciągły.

CO₂ CAPTURE PLANT

The exhaust gases produced in the coal-fired unit have too high a concentration of sulfur oxides as per the requirements of the CO₂ capture technology used in the plant. Therefore, before proceeding to the proper process, the exhaust gas requires preparation to remove sulfur oxides. In the pilot plant, this process is carried out in the first column, where the flue gas contacts the special solution.

Desulfurized flue gases are directed to the second column, the so-called absorber where they contact an absorption solvent based on amine compounds that chemically binds most of the CO₂. The cleaned exhaust gases leave the column and are directed to the chimney. CO₂ rich solvent is directed to the third column, the so-called desorber. The device is supplied with heat, which causes the carbon dioxide gas to be released (released) from the solution, which is transported to the CO₂-SNG plant. CO₂ lean solvent is returned to the absorption column, where it again contacts the exhaust and absorbs CO₂. In this way, the cycle is repeated, which allows the process to be carried out continuously.



Schemat procesu wychwytu CO₂ w instalacji pilotowej
Scheme of the carbon capture process in the Pilot Plant

TAURON Wytwarzanie Spółka Akcyjna
ul. Promienna 51, 43-603 Jaworzno

tel. +48 32 467 20 00
fax +48 32 467 21 02

tauron-wytwarzanie@tauron-wytwarzanie.pl
www.tauron-wytwarzanie.pl