



ODZYSK WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIAANYCH JAKO PRZYKŁAD INNOWACJI W GOSPODARCE WODNEJ W OKRESIE TRANSFORMACJI



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

mgr inż. Piotr ZAWADZKI
Główny Instytut Górnictwa w Katowicach
Zakład Ochrony Wód

PLAN PREZENTACJI

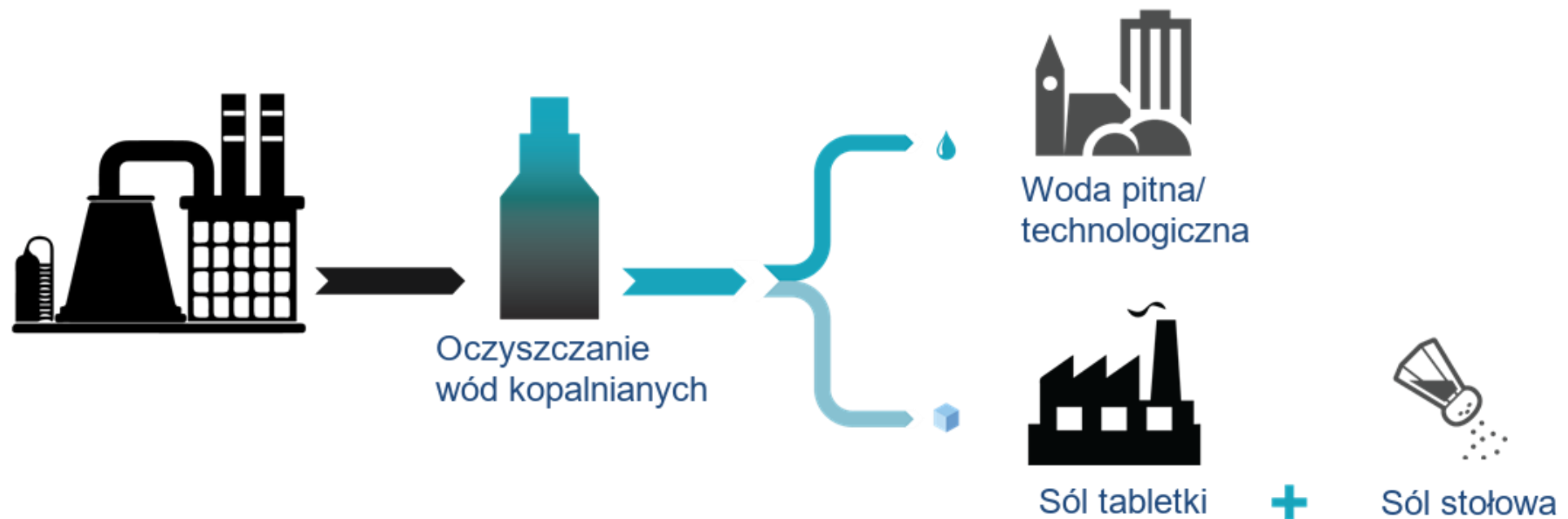
1. Problematyka wód kopalnianych.
2. Metody odzysku wody i soli z zasolonych wód kopalnianych.
3. Prototypowa instalacja pilotażowa do odzysku wód i soli – Projekt LIFE Brine Mining.

PROBLEMATYKA WÓD KOPALNIANYCH

1. Wpływ górnictwa węgla kamiennego na jakość wód powierzchniowych → Postrzegany jest głównie poprzez wprowadzanie przez kopalnie zasolonych wód, które potencjalnie wpływają na biocenozę rzek, ograniczając możliwości wykorzystania ich do celów gospodarczych.
2. Zróżnicowana jakość i skład → Mineralizacja wód z odwadniania poszczególnych kopalń jest bardzo zróżnicowana, począwszy od wód odpowiadających wymaganiom wody do picia, a skończywszy na solankach, w których stężenie soli dochodzi do 200 g/dm^3 .
3. Zróżnicowana jakość i skład → Wody kopalniane są mieszaniną składającą się z wód podsadzki płynnej, wód z rurociągów przeciwpożarowych, z przodków i dopływów naturalnych.

METODY ODZYSKU WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIANYCH

Pogarszająca się jakość i wielkość zasobów wody pitnej uzasadnia konieczność poszukiwania nowych możliwości zapewnienia bezpieczeństwa systemów zaopatrzenia w wodę, w tym poprzez odzyskiwanie wody ze ścieków i wód kopalnianych.



METODY ODZYSKU WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIAŃ

Technologie odsalania i odzysku wody z wód kopalnianych można podzielić na:

Procesy termiczne:

- Wielostopniowa destylacja równowagowa (MSF – Multistage Flash Distillation)
- Odparowanie wielokrotne (MED. – Multiple Effect Distillation)
- Destylacja przez sprężanie pary (VC – Vapour Compression)

Procesy membranowe:

- Elektrodializa (ED - Electrodialysis)
- Odwrócona osmoza (RO – Reverse Osmosis)

Technologie wspierające, w zależności od składu wód:

- Destylacja membranowa
- Ultrafiltracja, Nanofiltracja, Mikrofiltracja
- Adsorpcja na węglu aktywnym
- Filtracja pospieszna
- Zaawansowane procesy utleniania
- Dezynfekcja UV, chlorowanie

PROTOTYPOWY SYSTEM LIFE BRINE MINING

Odzysk wody o wysokiej czystości i jakości oraz soli zawartych w zasolonej wodzie kopalnianej za pomocą technologii wykorzystującej filtrację, wytrącanie, elektrodializę i odparowywanie oraz odzysk wody w procesie odwróconej osmozy.



PROJEKT LIFE BRINE-MINING



Projekt finansowany z programu EU LIFE

Beneficjent koordynujący:



National Technical University of Athens

Współbeneficjenci:



GŁÓWNY INSTYTUT
GÓRNICTWA



POLITECHNIKA
ŚLĄSKA



POLSKA GRUPA
GÓRNICZA

POLSKA GRUPA
GÓRNICZA



LENNTECH



THERMOSSOL SA



SEALEAU B.V.



NEVIS-NOVEL
Environmental Solutions S.A.

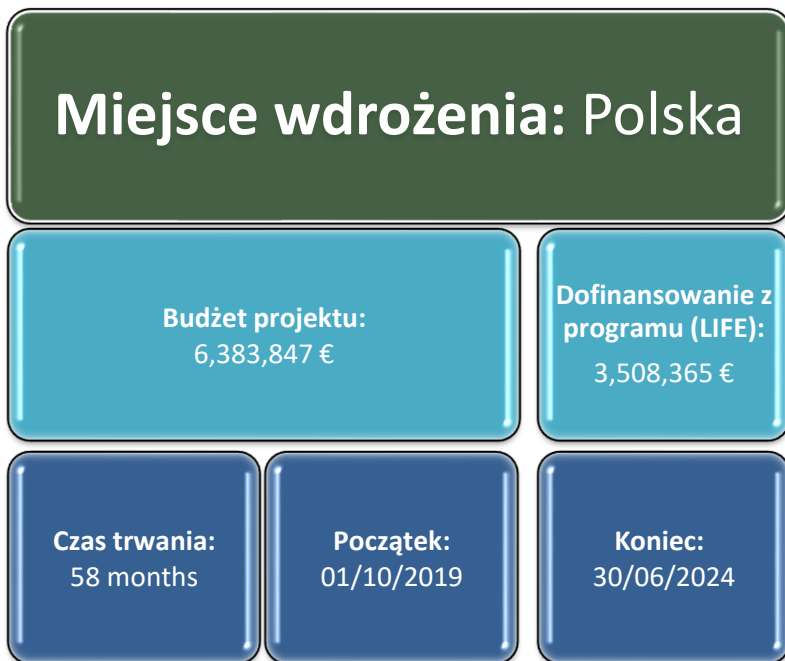


Titan Salt B.V.



Titan Project

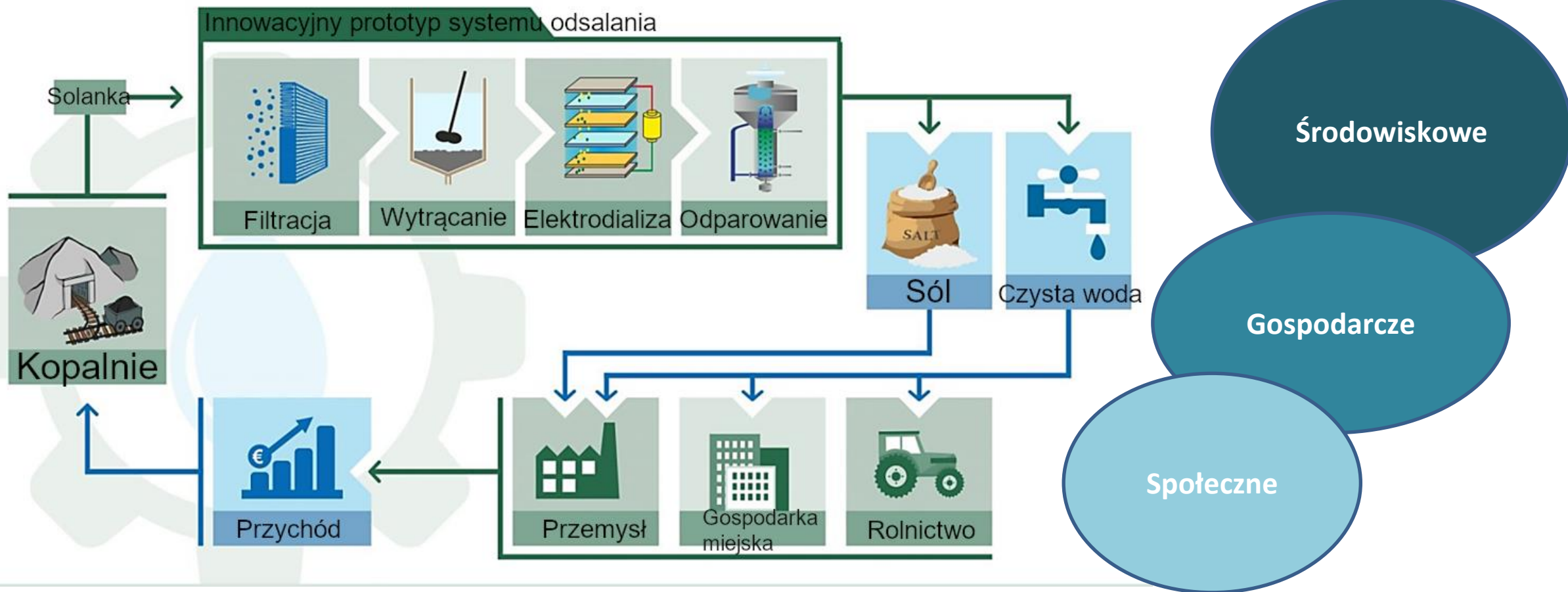
CELE PROJEKTU



Głównym celem projektu jest wsparcie wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz realizacja koncepcji Gospodarki o Obiegu Zamkniętym w sektorze górnictwa węgla kamiennego w zakresie poprawy gospodarki wodami kopalnianymi w sposób zapewniający opłacalność i zasobooszczędność.

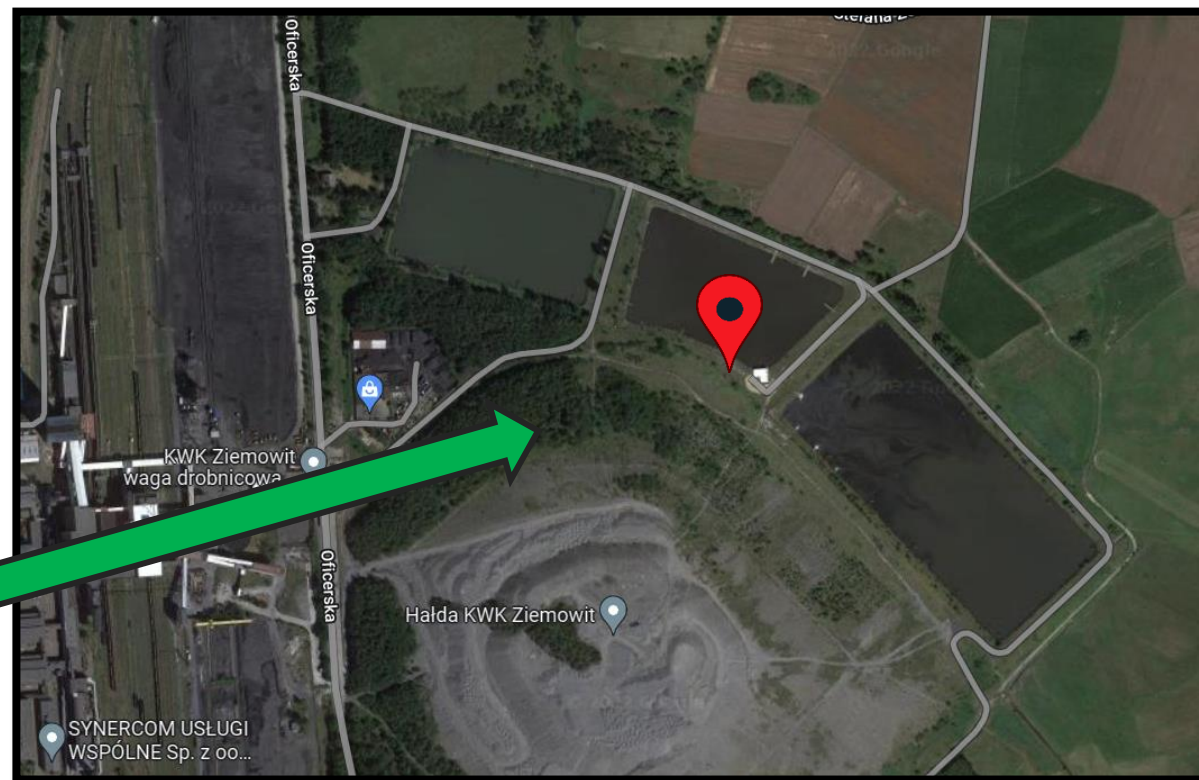
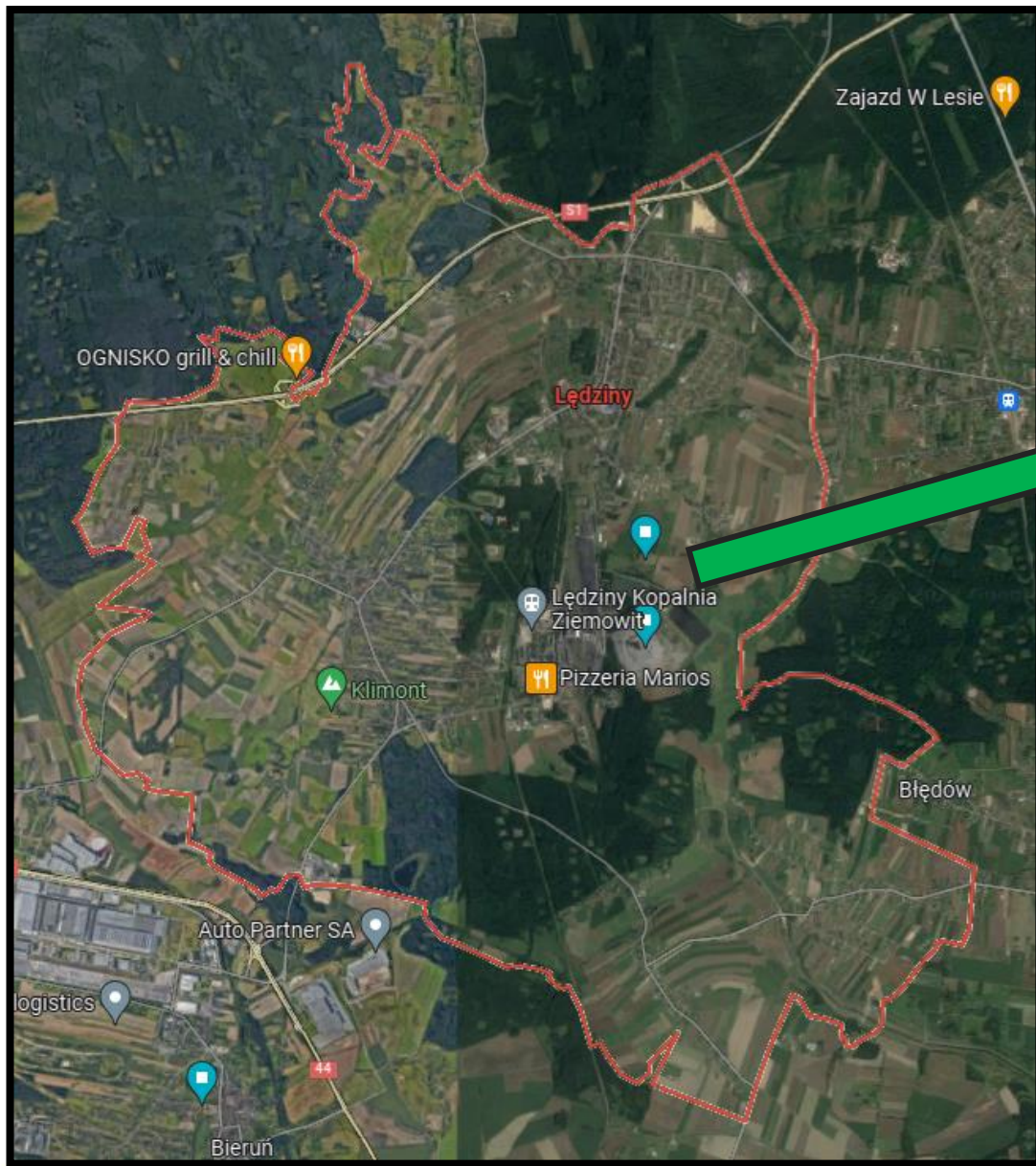
Cel ten zostanie osiągnięty poprzez opracowanie i zastosowanie ekonomicznie opłacalnego, innowacyjnego systemu eliminacji i pełnego odzyskiwania zasobów ujętych u źródła w zasolonych wodach kopalnianych. System będzie mógł bezpośrednio odzyskiwać wodę oraz sól o wysokiej czystości i jakości. Produkty końcowe będą spełniać specyfikacje rynkowe.

KORZYŚCI Z PROJEKTU



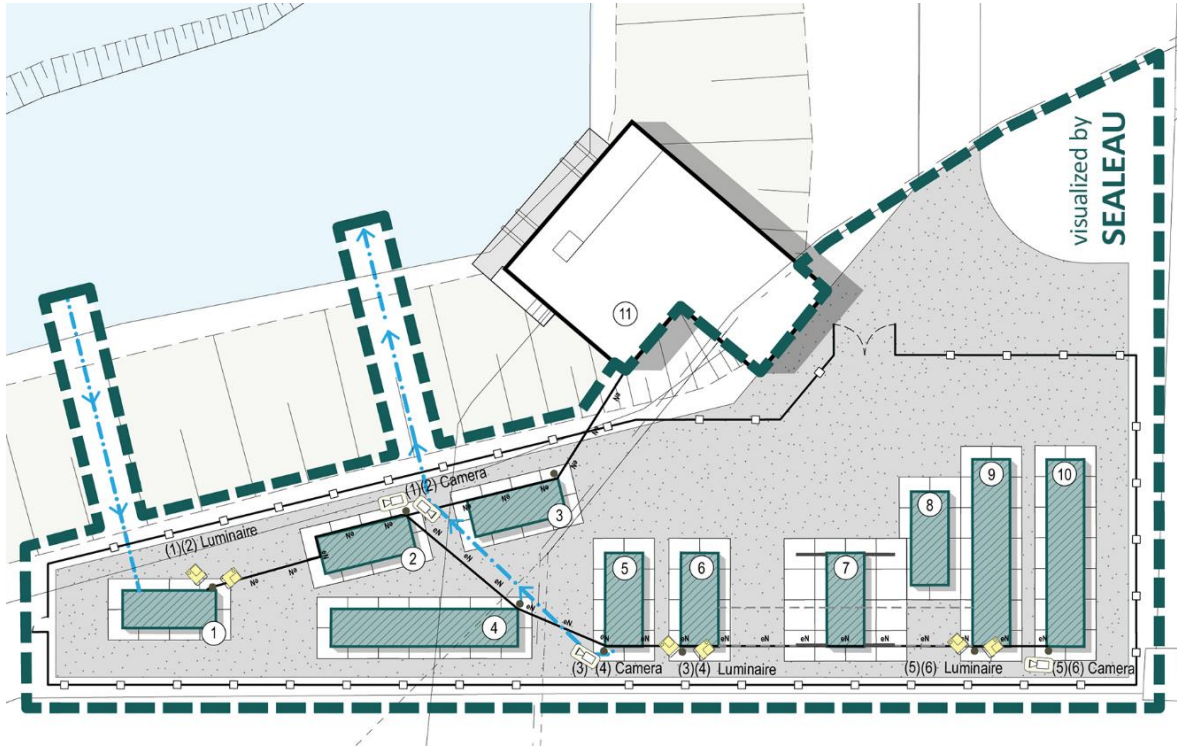
Koncepcja gospodarki o obiegu zamkniętym projektu LIFE Brine-Mining

LOKALIZACJA INWESTYCJI

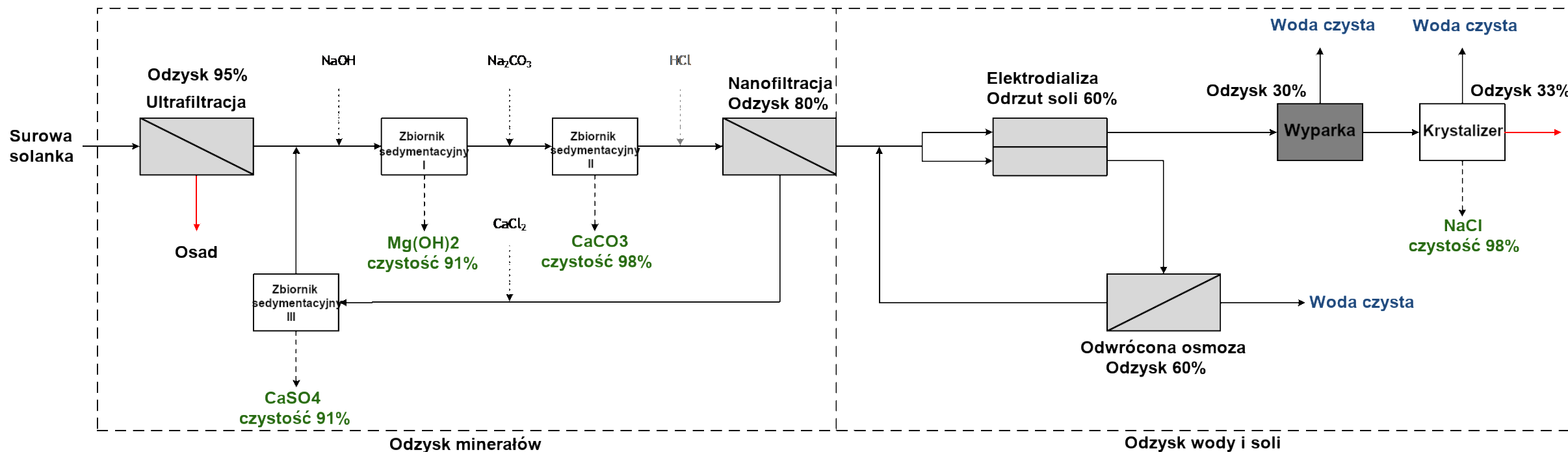


**Lokalizacja instalacji Brine-Mining
na kopalni Ziemowit**

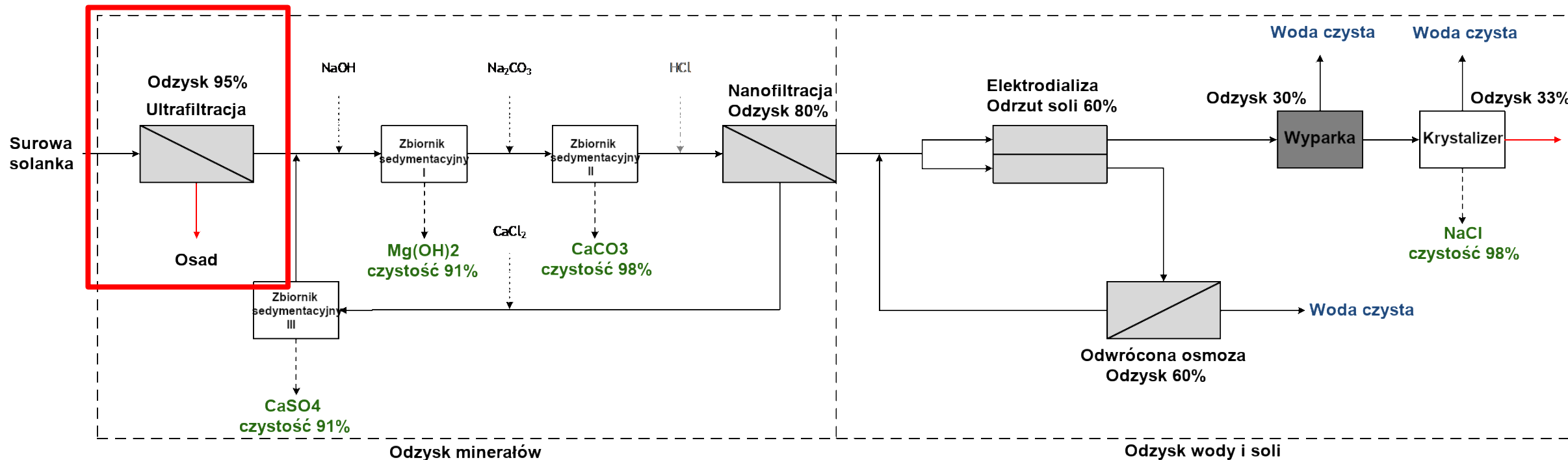
INSTALACJA PILOTAŻOWA ODZYSKU WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIANYCH



INSTALACJA PILOTAŻOWA ODZYSKU WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIANYCH



INSTALACJA PILOTAŻOWA ODZYSKU WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIANYCH



FILTRACJA WSTĘPNA

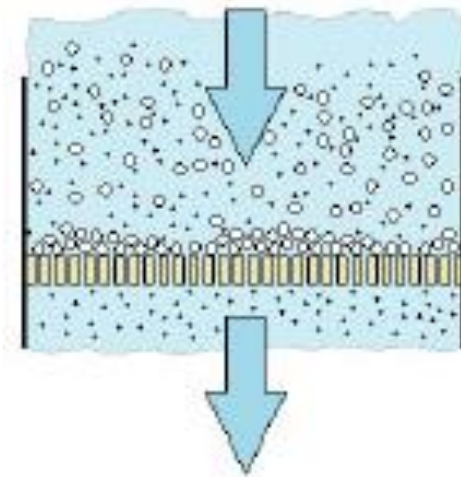
Filtracja wstępna - Etap wstępnego oczyszczania wód kopalnianych na filtrach workowych w celu usunięcia zawiesiny i ochrony przed mechanicznym uszkodzeniem urządzeń.



Jednostka do filtracji wstępnej

ULTRAFILTRACJA

Ultrafiltracja (UF): usuwanie materiałów cząsteczkowych z roztworów o rozmiarze 0,01-0,1 μm .
Rodzaj membran: ceramiczne z węgla krzemu, łączna powierzchnia membran 6 m^2 , przepływ filtratu: 0,9-9 m^3/h



14
Jednostka UF

ULTRAFILTRACJA

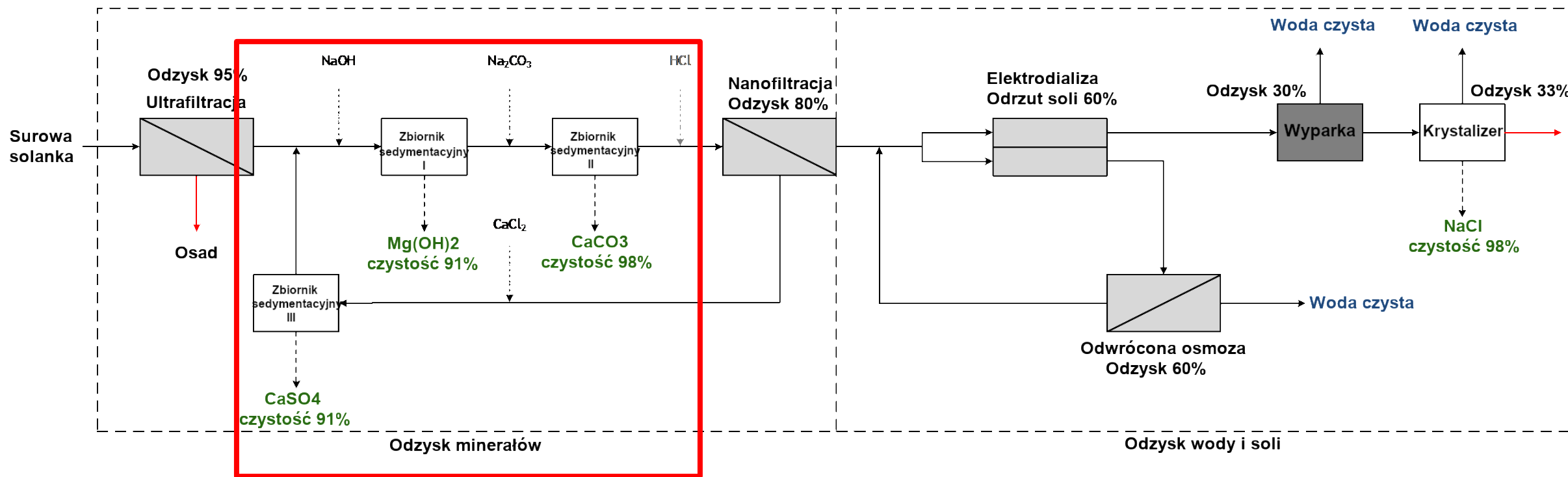


Jednostka UF

Parametry projektowe

Parametry projektowe	Przed UF	Po UF
Temperatura	10-30 °C	10-30 °C
Przewodnictwo	~110 mS/cm	~110 mS/cm
pH	~7	~7
TDS	84000 mg/L	84000 mg/L
Chlorki	50775 mg/L	50775 mg/L
Sód	25950 mg/L	25950 mg/L
Potas	434 mg/L	434 mg/L
Wapń	1748 mg/L	1748 mg/L
Magnez	1981 mg/L	1981 mg/L
Siarczany	2763 mg/L	2763 mg/L
Zawiesina ogólna	do 950 mg/L	0 mg/L

INSTALACJA PILOTAŻOWA ODZYSKU WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIANYCH



WYTRĄCANIE CHEMICZNE



Etap 1: Usuwanie Mg → za pomocą NaOH w postaci $Mg(OH)_2$



Etap 2: Usuwanie Ca → za pomocą Na_2CO_3 w postaci $CaCO_3$



Neutralizacja za pomocą HCl:
usuwanie nadmiaru węglanów



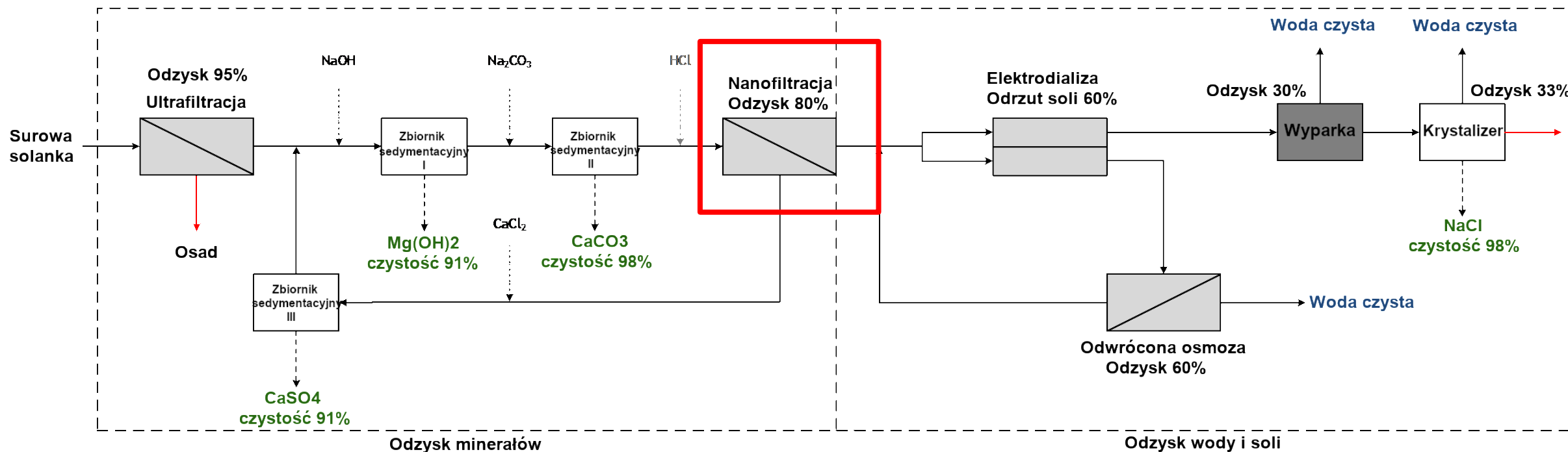
Nanofiltracja



Etap 3: Usuwanie siarczanów za pomocą $CaCl_2$ w postaci $CaSO_4$



INSTALACJA PILOTAŻOWA ODZYSKU WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIANYCH



NANOFILTRACJA

Nanofiltracja (NF): Oddzielenie jonów wielo- i jednowartościowych, np. magnez, wapń, siarczany od chlorków, jonów sodowych.



- Dodatkowe zabezpieczenie w postaci filtrów kasetowych
- Liczba modułów pracujących: 5 (łącznie 6)
- Mechanizm separacji: sitowy
- Zatrzymywanie cząstek: ok. 1 nm
- Rodzaj membran: polimerowe membrany NF do rozdzielenia NaCl i NaSO_4
- Ciśnienie: ok. 12-13 bar

NANOFILTRACJA

Parametry projektowe

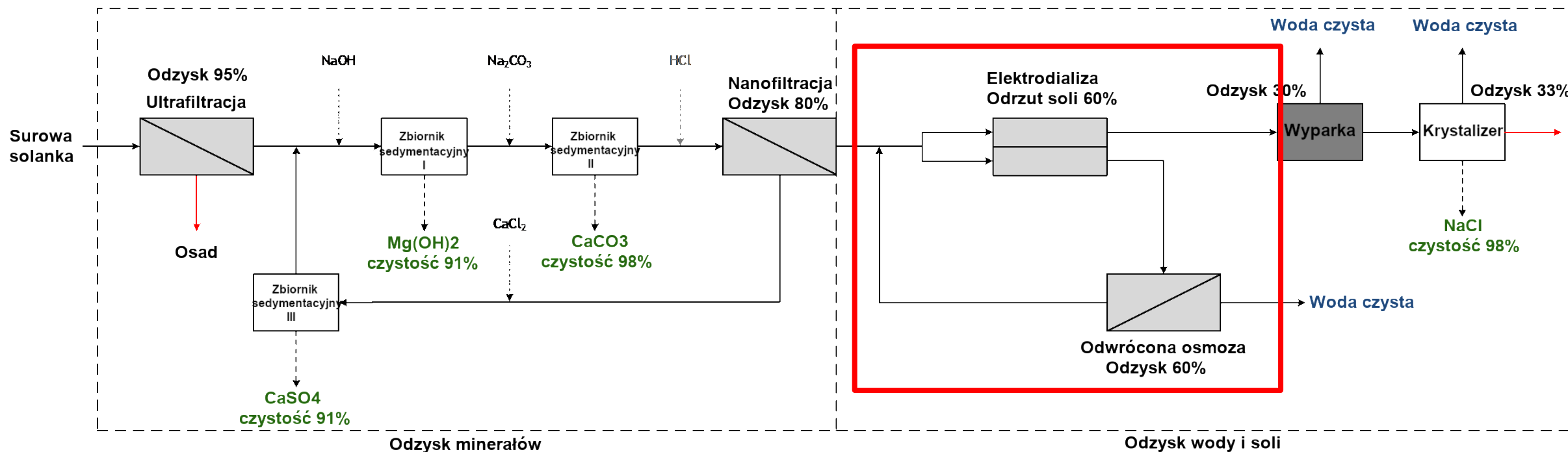
Parametry projektowe	Nadawa	Strumień permeatu	Strumień koncentratu
Temperatura	10-30 °C	10-30 °C	10-30 °C
Przewodność	108 mS/cm	95 mS/cm	112 mS/cm
pH	~7	~7	~7
TDS	110000 mg/L	95000 mg/L	168000 mg/L
Chlorki	62495 mg/L	56245 mg/L	87493 mg/L
Sód	42106 mg/L	36632 mg/L	64001 mg/L
Potas	481 mg/L	433 mg/L	674 mg/L
Wapń	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L
Magnez	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L
Wodorowęglany	1523 ppm	1371 mg/L	2132 mg/L
Siarczany	2703 mg/L	135 mg/L	12976 mg/L
TSS	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L

NANOFILTRACJA

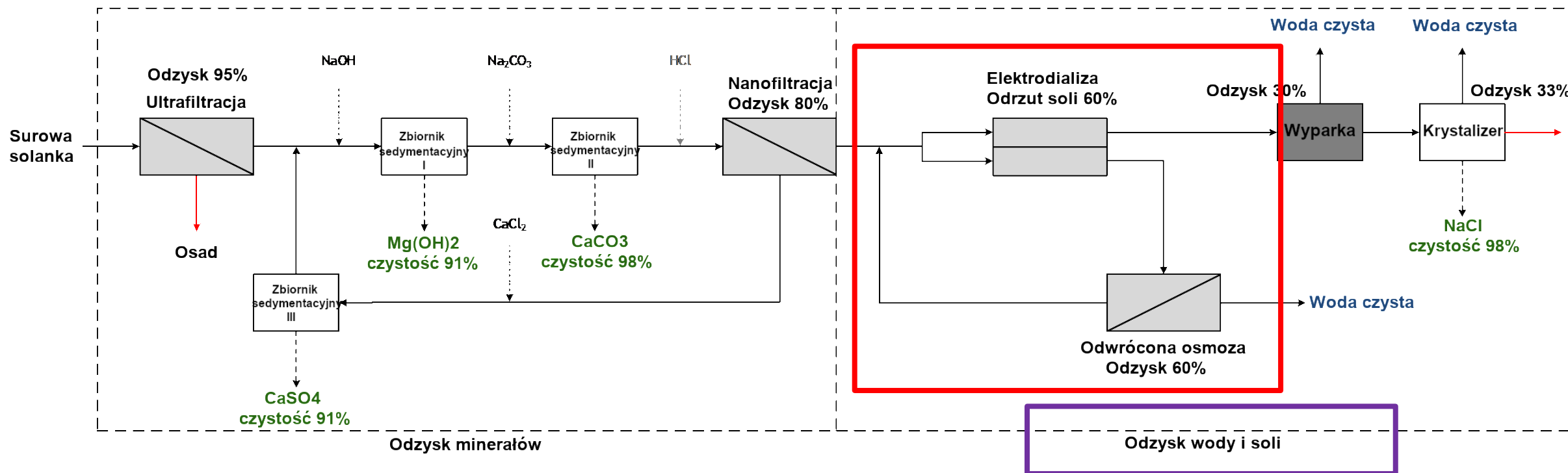
Parametry projektowe

Parametry projektowe	Nadawa	Strumień permeatu	Strumień koncentratu
Temperatura	10-30 °C	10-30 °C	10-30 °C
Przewodność	108 mS/cm	95 mS/cm	112 mS/cm
pH	~7	~7	~7
TDS	110000 mg/L	95000 mg/L	168000 mg/L
Usunięto w procesie wytrącania → ochrona membran przed skalingiem		56245 mg/L	87493 mg/L
		36632 mg/L	64001 mg/L
		433 mg/L	674 mg/L
Potas	481 mg/L	433 mg/L	674 mg/L
Wapń	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L
Magnez	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L
wodorowęglany	1523 ppm	1371 mg/L	2132 mg/L
Siarczany	2703 mg/L	135 mg/L	12976 mg/L
TSS	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L

INSTALACJA PILOTAŻOWA ODZYSKU WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIANYCH



INSTALACJA PILOTAŻOWA ODZYSKU WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIANYCH



ELEKTRODIALIZA



Elektrodializa (ED): służy do transportu jonów soli z jednego roztworu przez membrany jonowymienne do innego roztworu, pod wpływem przyłożonego prądu elektrycznego.

- Zabezpieczenie membran: filtry świecowe
- Rodzaj membran: membrany jonowymienne
- Liczba elektrodializatorów: 2, po 60 par komór każdy
- Powierzchnia membran: 120 m²
- Powierzchnia elektrody: 0.25 m²

ODWRÓCONA OSMOZA



Odwrócona Osmoza (RO): proces oczyszczania wody, w którym częściowo przepuszczalna membrana służy do oddzielania jonów i cząstek większych od wody.

- Zabezpieczenie membran: filtry kasetowe
- Rodzaj membran: polimerowe membrany RO do pomiaru stężenia NaCl i produkcji czystej wody.
- Ciśnienie: ok. 100 bar

ELEKTRODIALIZA

Parametry projektowe

Parametry projektowe	Nadawa	Strumień diluatu	Strumień koncentratu
Temperatura	10-30 °C	10-30 °C	10-30 °C
Przewodnictwo	~100 mS/cm	~50 mS/cm	~190 mS/cm
pH	~7	~7	~7
TDS	94000 mg/L	38000 mg/L	177000 mg/L
Chlorki	55868 mg/L	22347 mg/L	104851 mg/L
Sód	36387 mg/L	14555 mg/L	68289 mg/L
Potas	430 mg/L	172 mg/L	807 mg/L
Wapń	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L
Magnez	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L
Wodorowęglan	1361 ppm	545 mg/L	2555 mg/L
Siarczan	134 mg/L	54 mg/L	252 mg/L
TSS	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L

ODWRÓCONA OSMOZA

Parametry projektowe

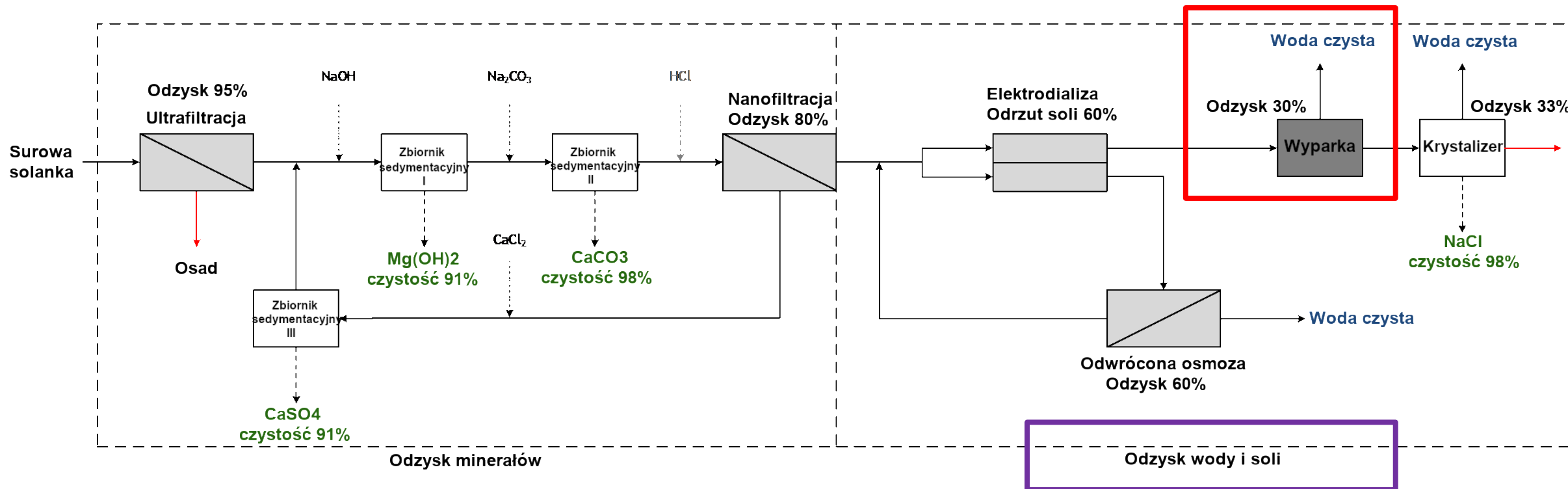
Parametry projektowe	Nadawa	Strumień permeatu	Strumień koncentratu
Temperatura	10-30 °C	10-30 °C	10-30 °C
Przewodność	~50 mS/cm	<1 mS/cm	100-110 mS/cm
pH	~7	~7	~7
TDS	38000 mg/L	170 mg/L	94000 mg/L
Chlorki	22347 mg/L	223 mg/L	55533 mg/L
Sód	14555 mg/L	146 mg/L	36168 mg/L
Potas	172 mg/L	2 mg/L	428 mg/L
Wapń	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L
Magnez	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L
Wodorowęglany	545 ppm	1 mg/L	1353 mg/L
Siarczany	54 mg/L	0 mg/L	133 mg/L
TSS	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L

ODWRÓCONA OSMOZA

Parametry projektowe

Parametry projektowe	Nadawa	Strumień permeatu	Strumień koncentratu
Temperatura	10-30 °C	10-30 °C	10-30 °C
Przewodność	~51 mS/cm	<1 mS/cm	100-110 mS/cm
pH	~7	~7	~7
TDS	38000 mg/L	170 mg/L	94000 mg/L
Chlorki	22347 mg/L	223 mg/L	55533 mg/L
Sód	14555 mg/L	146 mg/L	36168 mg/L
Potas	172 mg/L	2 mg/L	428 mg/L
Wapń	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L
Magnez	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L
Wodorowęglany	545 ppm	1 mg/L	1353 mg/L
Siarczany	54 mg/L	0 mg/L	133 mg/L
TSS	0 mg/L	0 mg/L	0 mg/L

INSTALACJA PILOTAŻOWA ODZYSKU WODY I SOLI Z WÓD KOPALNIANYCH



WYPARKA

System odparowania wielostopniowego
(**wyparka MED**).

Liczba efektów (stopni): 5 połączonych
w systemie szeregowym
System pracy: feed-forward

W każdym z etapów następuje
odparowanie części wody zawartej w
wodach kopalnianych, co powoduje
stopniowe zagęszczanie roztworu

Max. ciśnienie projektowe: 1,5 bar

Wskaźniki efektywności:

- Odzysk solanki na poziomie około 70%
- Odzysk wody: 30%
- Produkcja solanki o stężeniu 15-30%





Przed nami:

- Replikacja zastosowania technologii w instalacji pilotażowej dla kolejnych typów zasolonych wód kopalnianych
- Wody z innego poziomu kopalni Ziemowit (PGG S.A.)
- Rozmowy z KGHM Polska Miedź S.A. oraz GEOALKALI (Hiszpania) na temat oczyszczania ich zasolonych wód kopalnianych





Dziękuję za uwagę

Piotr ZAWADZKI

E-mail: pzawadzki@gig.eu; tel. 32 259 28 01