



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Wydział Chemiczny

LABORATORIUM PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH

PROJEKTOWANIE PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH

Ludwik Synoradzki, Jerzy Wisiański

ELEMENTY PROJEKTU PROCESOWEGO

PODSTAWY, SCHEMAT IDEOWY

Jerzy Wisiański

Wykład: październik 2016

PROJEKT PROCESOWY

Projekt procesowy (ang. *Process Design*, niem. *Verfahrensprojekt*) stanowi z jednej strony swego rodzaju podsumowanie w skondensowanej formie badań nad procesem technologicznym, z drugiej zaś jest to pierwsza wizja (konceptcja) instalacji przemysłowej, w której ten proces ma być realizowany

DEFINICJE

PROCES CIĄGŁY – określenie dotyczące sposobu prowadzenia procesu technologicznego tak, że wszystkie etapy przebiegają równocześnie i w określonym porządku oraz jest zachowana stałość parametrów procesowych w czasie

RUCH CIĄGŁY ZAKŁADU - jest to sposób zorganizowania produkcji polegający na tym, że praca odbywa się na III zmiany produkcyjne (24 godziny na dobę) przez cały rok bez przerw na dni wolne i świąteczne (za wyjątkiem postojów zaplanowanych).

Liczbę dni pracy produkcyjnej instalacji w roku ustala się uwzględniając oprócz przerw świątecznych, również czas przewidywany na czyszczenie, remonty bieżące i okresowe oraz przerwy awaryjne. Dla instalacji pracujących w ruchu ciągłym przyjmuje się na ogół 300 – 330 dni pracy / rok.

ZAŁOŻENIA PRZEMYSŁOWE, PROGRAM PRODUKCJI

PROGRAM PRODUKCJI - informacje na temat:

- liczby dni pracy zakładu w roku;
- liczby zmian produkcyjnych;
- przewidywanej ilości produktu (produktów) do wytworzenia w ciągu doby, roku
- periodycznego lub ciągłego sposobu prowadzenia procesu (związek z założeniami badawczymi).

ZDOLNOŚĆ PRODUKCYJNA

Ilość produktu możliwą do wytworzenia w jednostce czasu, np:
[kg / h], [kg/dobę], [t/rok] - dla instalacji ciągłych,
[kg / dobę], [kg/szarżę], [t/rok] - dla instalacji periodycznych.

Proces ciągły – godzinowa zdolność produkcyjna [kg/h]

Proces periodyczny - zdolność produkcyjna odniesiona do doby, roku oraz projektowanej szarży produkcyjnej.

Wielkość szarży – zgodnie z:

- optymalnymi możliwościami aparaturowymi;
- min. ryzyka powiększania skali, max. pewność ruchowa

Na ogół program produkcji pokrywa się z projektowaną zdolnością produkcyjną. Inwestor może założyć posiadanie pewnych rezerw zdolności produkcyjnej, czy to dla całej instalacji, czy też niektórych jej części. W takim przypadku powinno to być w założeniach jednoznacznie określone.

ZAŁOŻENIA BADAWCZE, ŹRÓDŁA TECHNOLOGII

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Literatura, sprawozdania z badań: literaturowych, laboratoryjnych, póltechnicznych itp. stanowią odrębne opracowania – należy się na nie powołać

Czystość patentowa

Wykaz patentów i know-how dotyczących rozpatrywanych metod.

Czystość patentowa metody proponowanej do wdrożenia.

Sprawozdanie z badania czystości patentowej może stanowić odrębne opracowanie (załącznik).

Instrukcje technologiczne, pomiary ruchowe

- nieocenione materiały źródłowe technologii. !!!

Uzasadnienie wyboru metody technologicznej

Skondensowany przegląd dostępnych metod

Uzasadnienie wyboru drogi przeprowadzenia procesu w skali przemysłowej (synteza - technologia). Kryteria:

- Dostępność i ceny surowców, wydajność procesu,
- Zagadnienia patentowe,
- Pewność (niezawodność) rozwiązań technologicznych,
- **Aspekty ekonomiczne**

Wybór metody technologicznej powinien wynikać ze sprawozdań z prac badawczych. Nie ma potrzeby zamieszczania obszernych analiz ekonomicznych i uzasadnień, wystarczy powołanie się na wcześniej wykonane prace studialne.

ISTOTA PROCESU

(dla wybranej metody technologicznej)

- Sumaryczne równania podstawowych reakcji chemicznych (zarówno głównych jak i ubocznych) w sposób czytelny → różni odbiorcy
→ w dalszej części bilanse masowe.
- Efekty cieplne poszczególnych reakcji (egzo- lub endotermiczne)
- Wyjaśnić funkcję katalizatora, podać podstawowe parametry (temperatura, ciśnienie, czas), stosowane nadmiary w stosunku do stechiometrii.
- Procesy podstawowe → kolejne procesy i operacje jednostkowe
→ i ich zasadnicze parametry
- Sposób prowadzenia procesu (periodyczny, ciągły)

**Bardzo pomocny dla prezentacji metody technologicznej jest:
SCHEMAT IDEOWY**

SCHEMAT IDEOWY

Schemat ideowy, zwany też schematem blokowym (ang. *block diagram*), jest to graficzne przedstawienie procesu technologicznego, polegające na zestawieniu poszczególnych procesów i operacji jednostkowych w kolejności ich realizacji oraz wszystkich występujących strumieni masowych.

Jest on szczególnie przydatny w przypadku skomplikowanych technologii, składających się z wielu procesów i operacji oraz licznych, cyrkulujących strumieni masowych. Ułatwia analizę całego procesu oraz opracowywanie bilansu masowego.

Definicje procesu jednostkowego i operacji jednostkowej, zgodnie z terminologią stosowaną w inżynierii chemicznej.

PROCES JEDNOSTKOWY

Proces jednostkowy (ang. *unit process*) jest to wyodrębniony zespół przemian fizycznych i chemicznych materii, charakterystyczny ze względu na zachodzącą reakcję chemiczną.

Wyodrębniając poszczególne procesy jednostkowe nadaje się im nazwy, pozwalające na szybką i łatwą identyfikację w trakcie kolejnych prac w ramach cyklu badawczo – projektowo – wdrożeniowego.

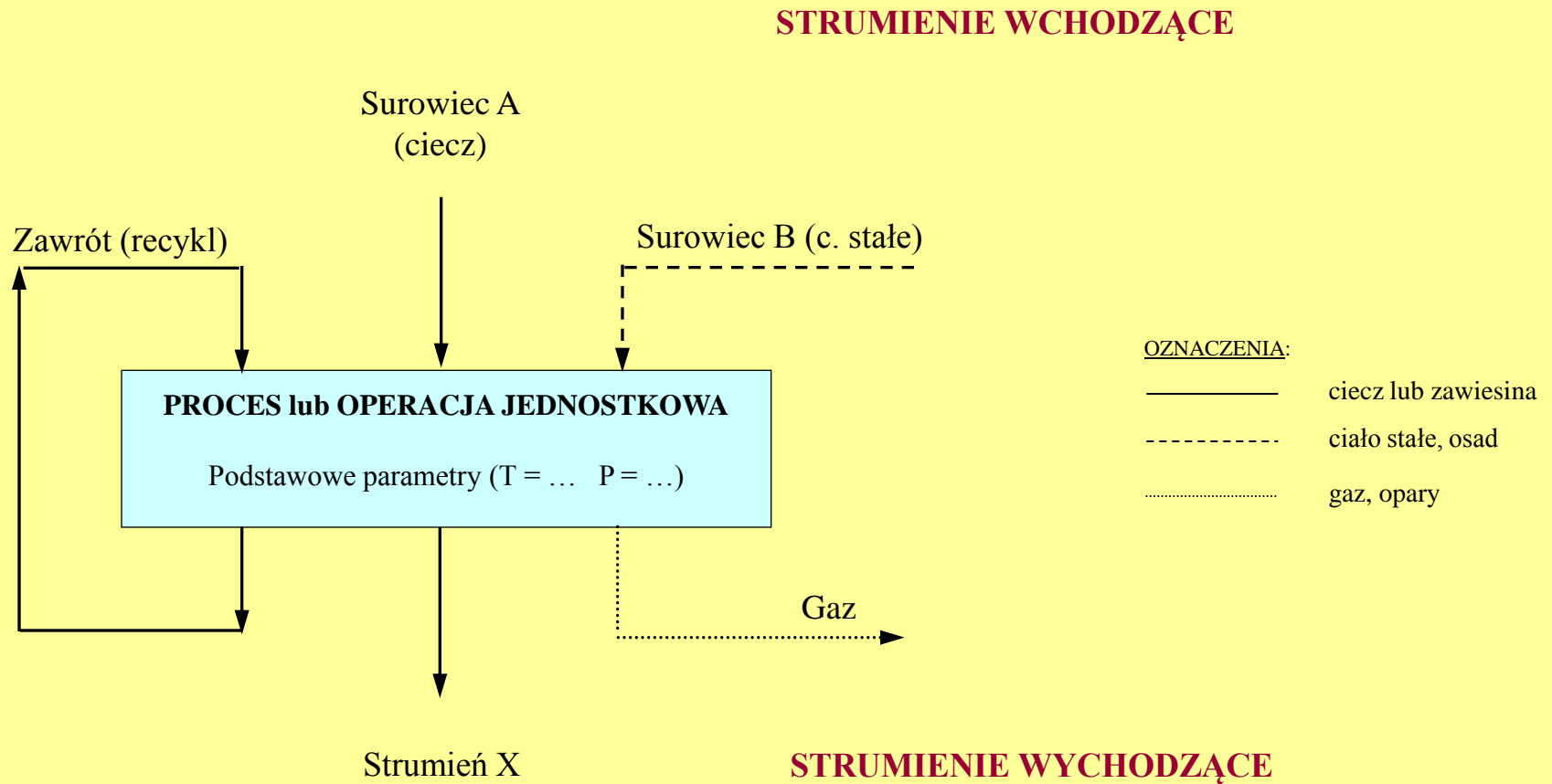
Oprócz ogólnych określeń jak np. „reakcja syntezy związku X”, czy „biosynteza”, stosuje się nazwy oddające charakter reakcji i specyficzne dla danej branży. W syntezie organicznej będą to na przykład procesy: **sulfonowania**, **nitrowania**, **chlorowania**, **estryfikacji**, **diazowania** itp. Inne przykłady określeń to: **neutralizacja**, **hydroliza** czy **elektroliza**.

OPERACJA JEDNOSTKOWA

Operacja jednostkowa (ang. *unit operation*) jest to wyodrębniony zespół, fizycznych przemian materii (bez reakcji chemicznej), charakterystyczny ze względu na ich skutek.

Będą to znane z inżynierii chemicznej: destylacja i rektyfikacja, absorpcja i desorpcja, mieszanie i homogenizacja, filtracja, suszenie itp. W wyniku tych operacji następuje rozdział lub łączenie strumieni oraz zmiana ich składu, nie pojawiają się natomiast nowe związki chemiczne (i nie znikają istniejące).

Rys. Elementy schematu ideowego

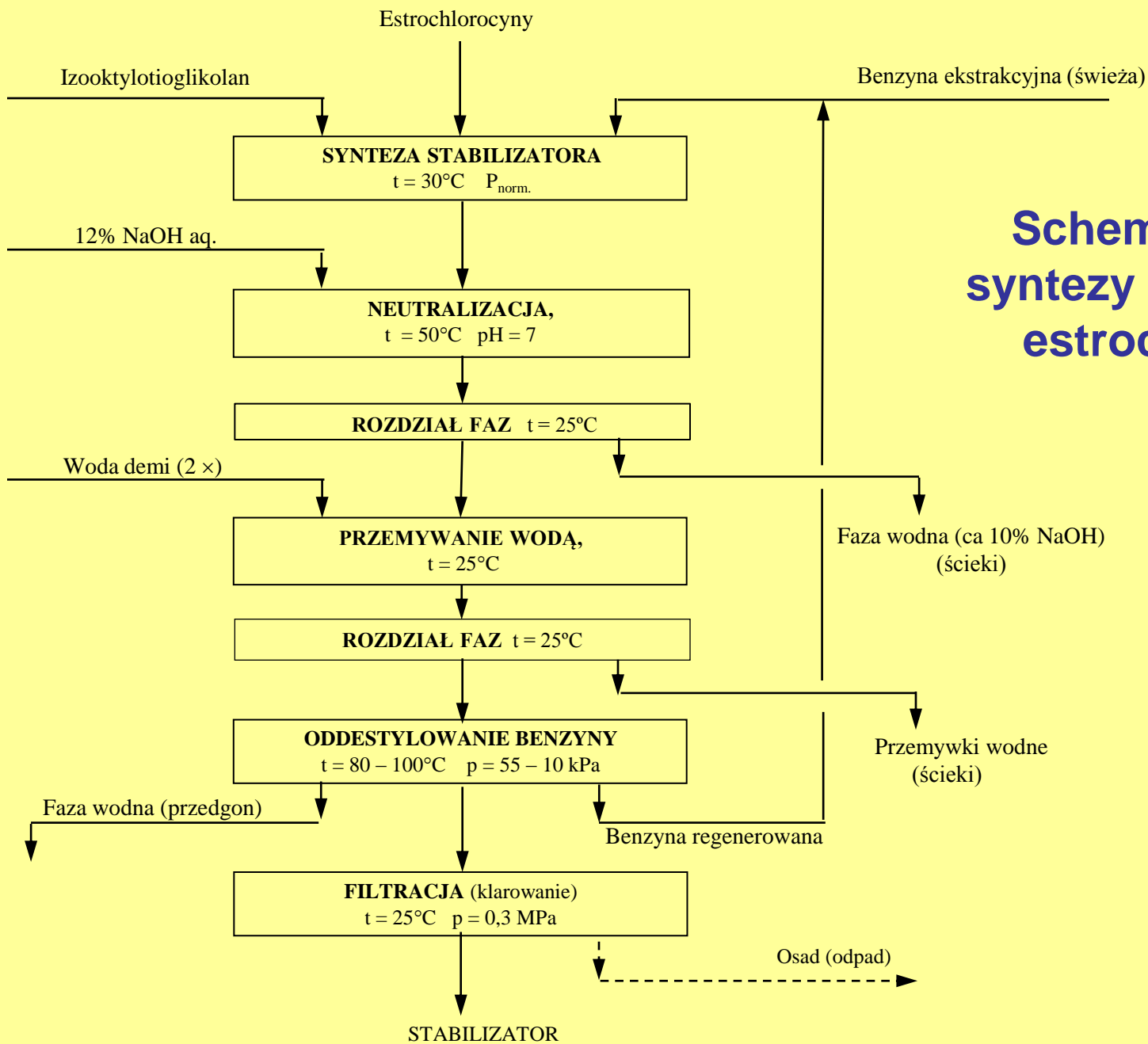


SCHEMAT IDEOWY

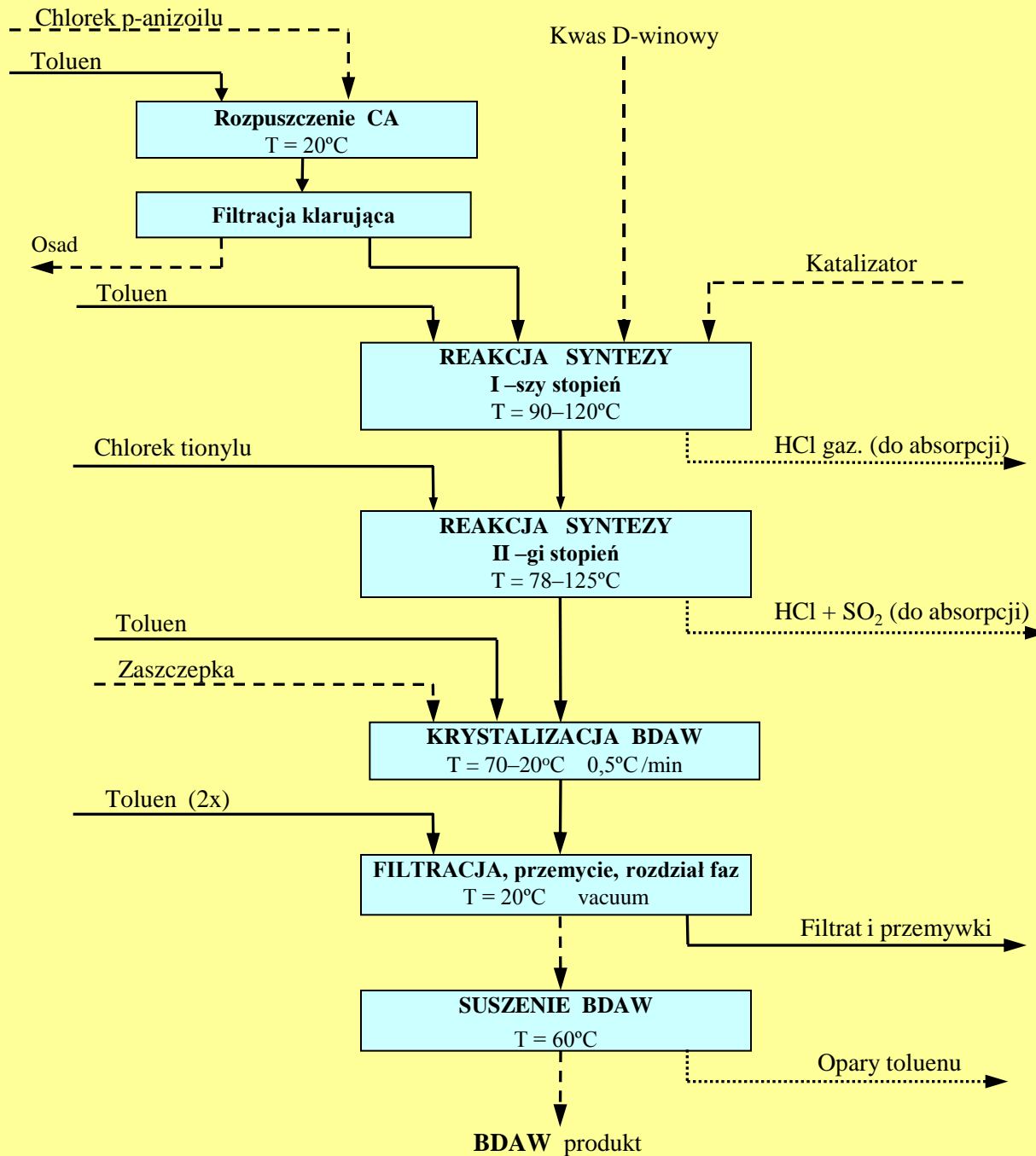
- Schemat ideowy powinien zawierać zestawienie procesów i operacji jednostkowych w kolejności zgodnej z rzeczywistym biegiem całego procesu produkcyjnego.
- Symbole umieszcza się więc w kolejności głównego ciągu technologicznego, w pionowym układzie poczynając od góry arkusza. Ciągi procesów pomocniczych powinno się розміścić obok ciągu głównego lub na odrębnych arkuszach.
- Zwykle, strumienie masowe wchodzące rysuje się „od góry”, natomiast wychodzące „od dołu” prostokątów oznaczających poszczególne procesy i operacje. Ułatwia to późniejsze opracowanie bilansów masowych i wykresu Sankey’a.
- Można również graficznie wyróżnić stan skupienia dla poszczególnych strumieni (ciekłe, gazowe, ciała stałe).

SCHEMAT IDEOWY c.d.

- Istotne jest rozbicie całego procesu technologicznego „na czynniki pierwsze”, to jest procesy i operacje jednostkowe oraz sprecyzowanie ich parametrów.
- Wiele wariantów doboru aparatury dla skali produkcyjnej.
- To, że w jednej kolbie laboratoryjnej było wykonywane wiele kolejnych przemian, nie oznacza wcale, że w instalacji przemysłowej będzie tak samo.
- Czas wykonywania poszczególnych przemian w laboratorium nie zawsze może być traktowany jako istotny parametr procesowy, gdyż w instalacji przemysłowej będzie on wynikał z innych parametrów, jak np. szybkości odbioru ciepła.
- W niektórych specyficznych przypadkach, czas może wystąpić jako istotny parametr procesowy. Będzie to na przykład wymagany czas przebywania mieszaniny reakcyjnej w reaktorze, czas doreagowania itp.
- Niektóre procesy lub operacje jednostkowe mogą być zaprojektowane jako ciągłe, co zmieni podejście do czasu jako parametru.



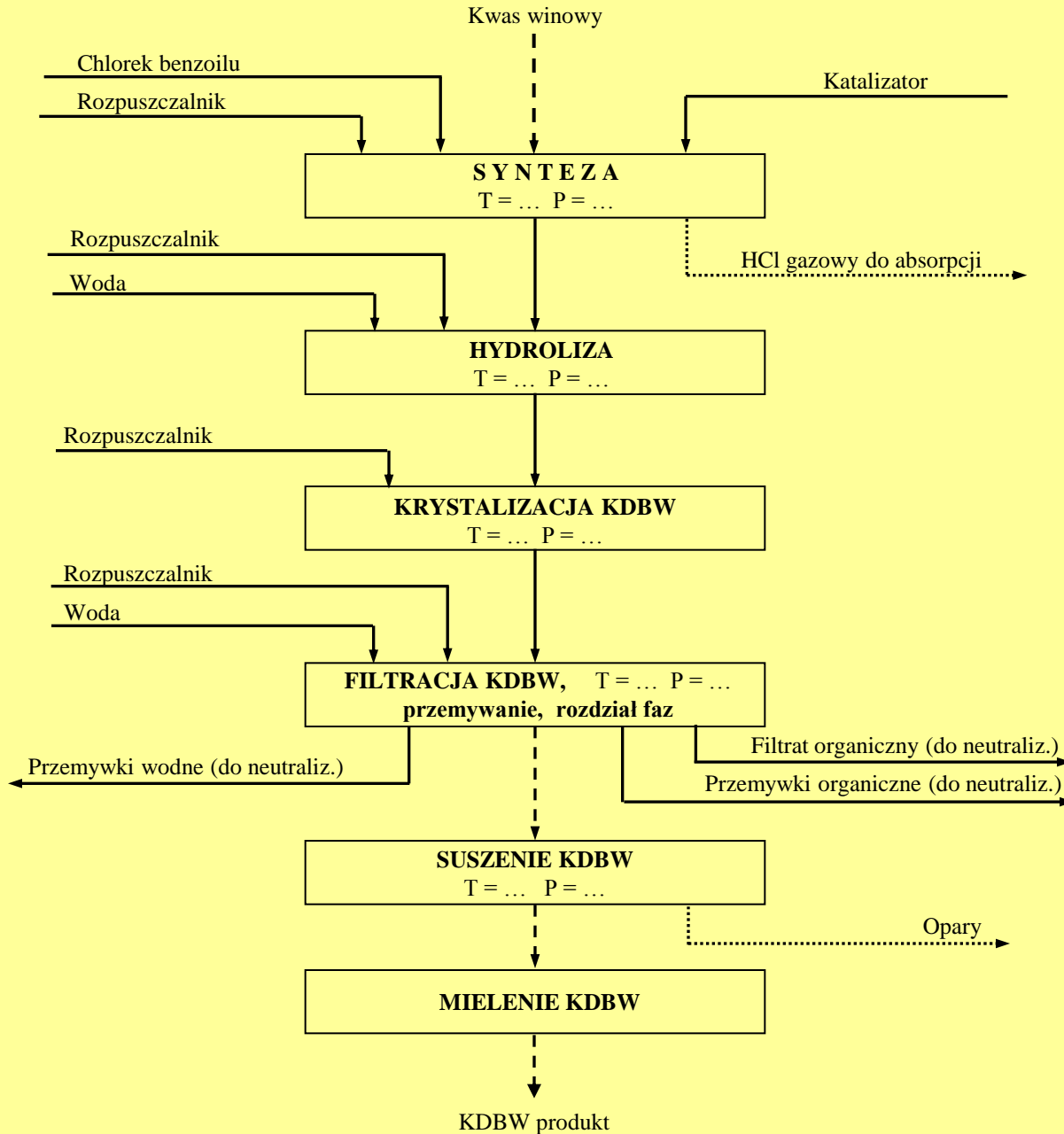
Schemat ideowy otrzymywania BDAW

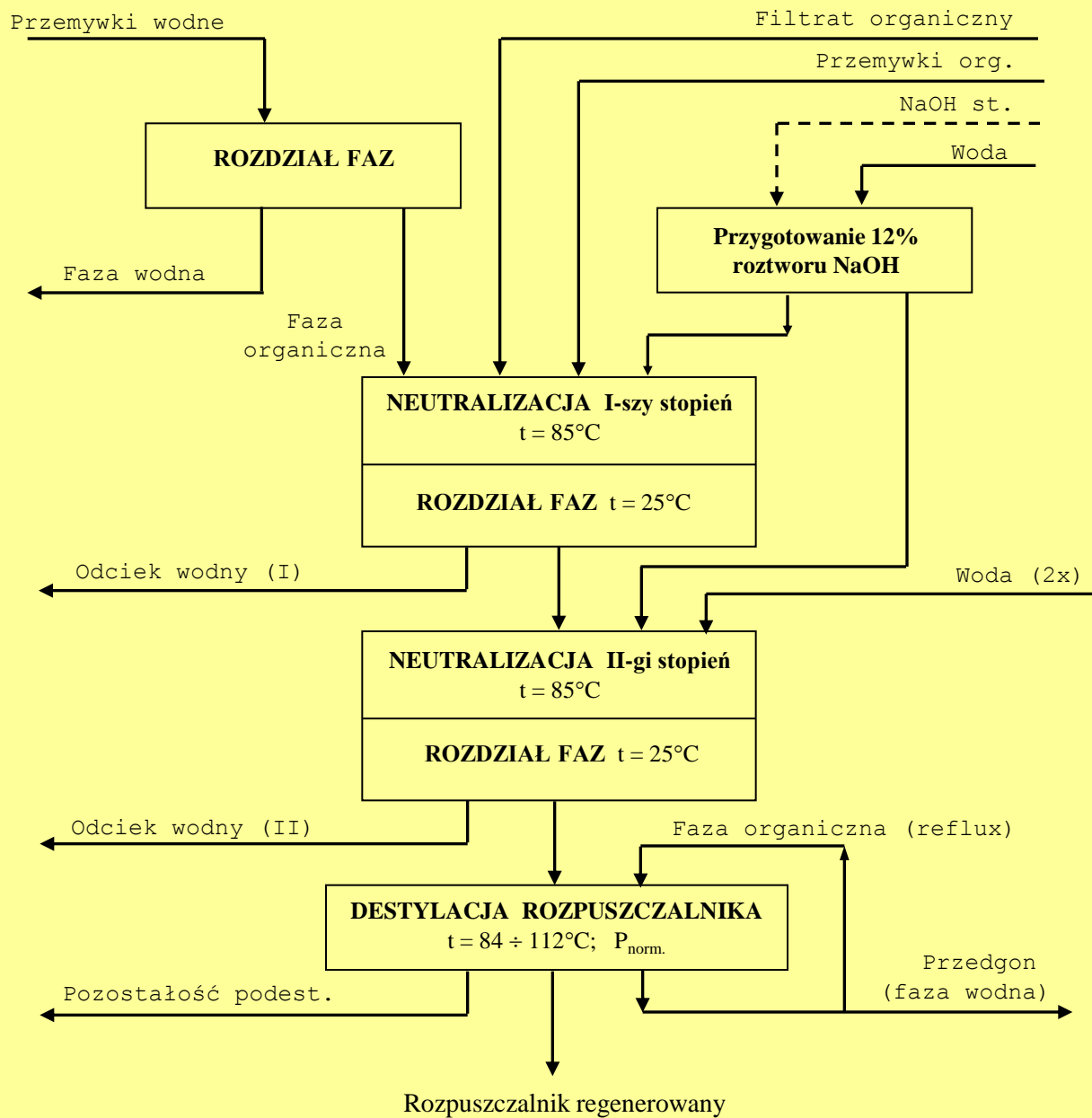


OZNACZENIA:

- ciecz lub zawiesina
- - - - - ciało stałe, osad
- gaz, opary

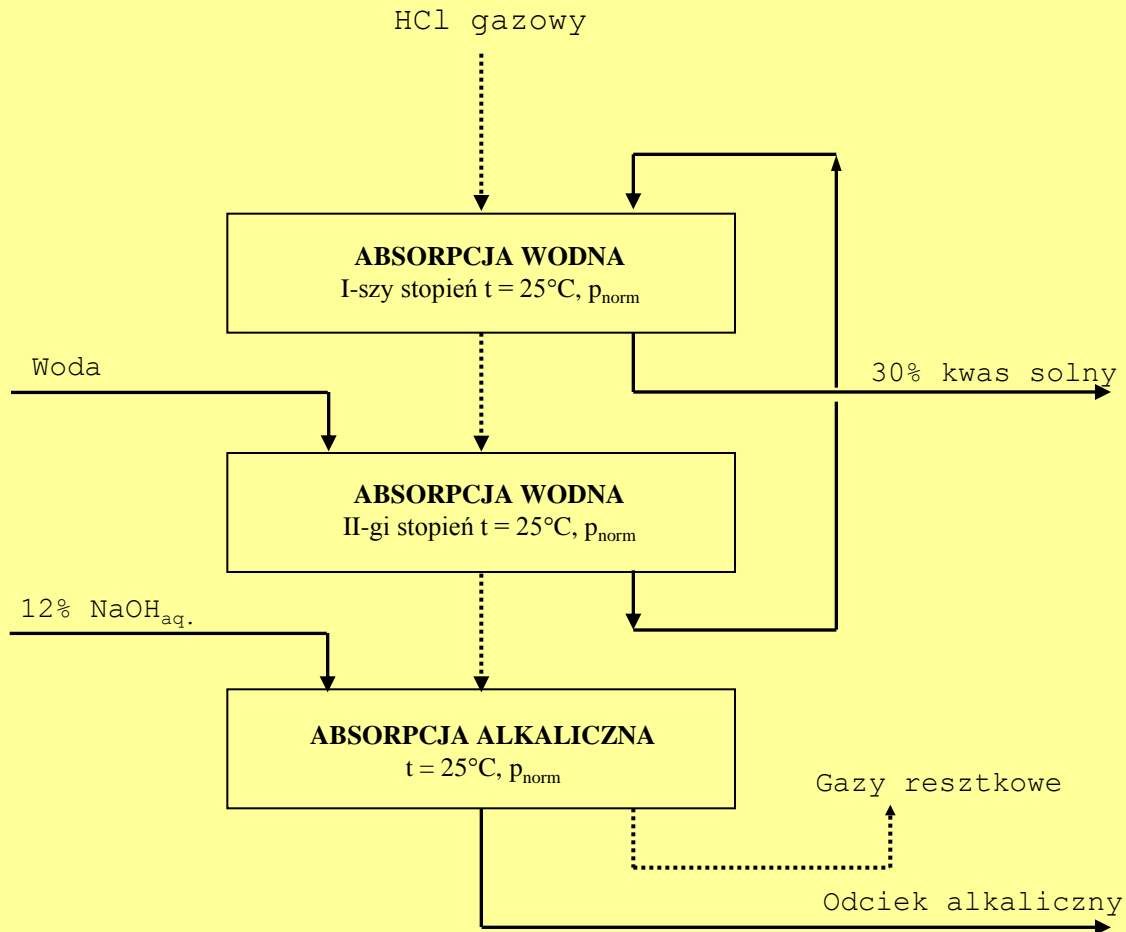
Schemat ideowy otrzymywania KDBW metodą hydrolizy bezpośredniej

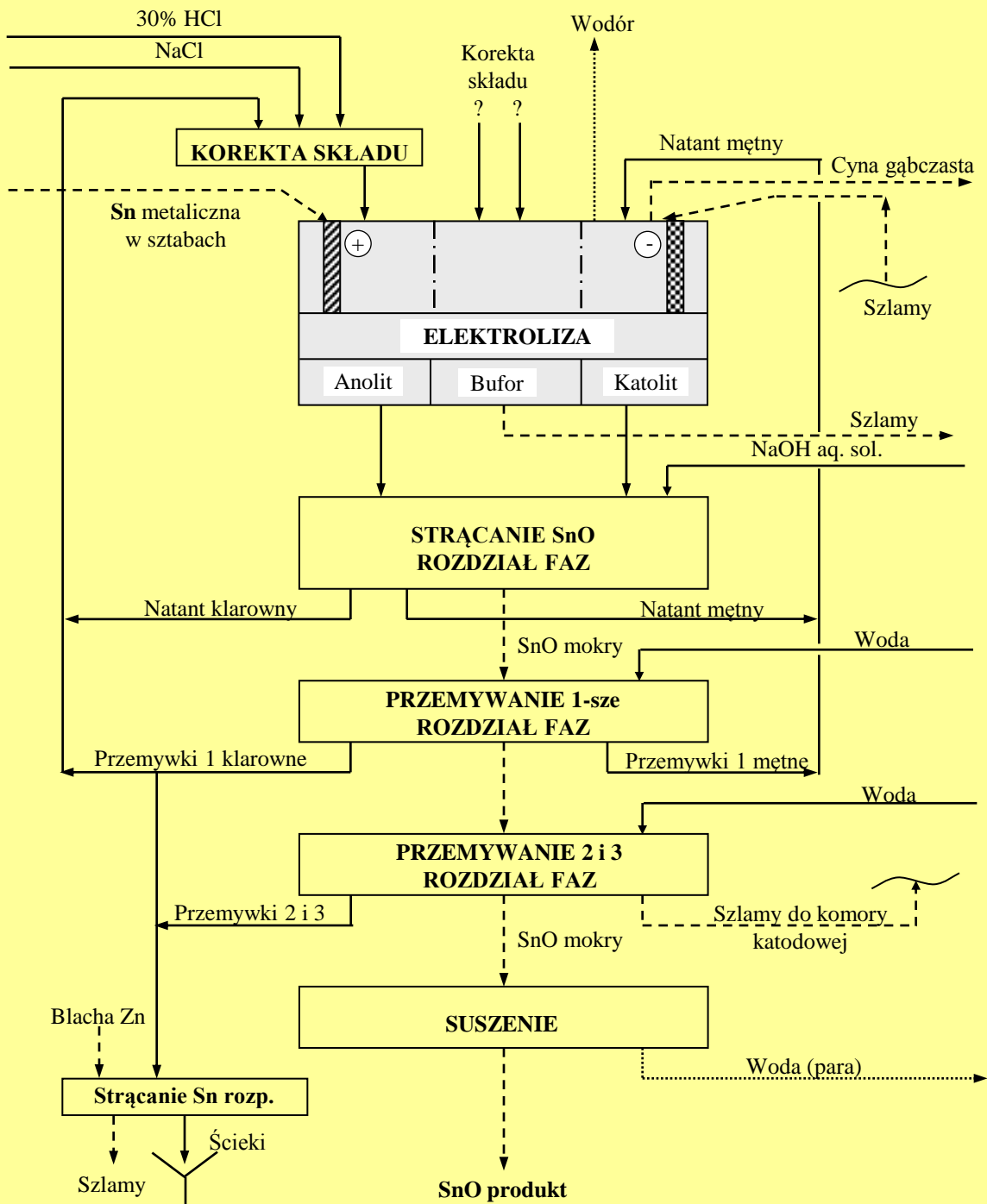




Schemat ideowy regeneracji rozpuszczalnika z syntezy KDBW

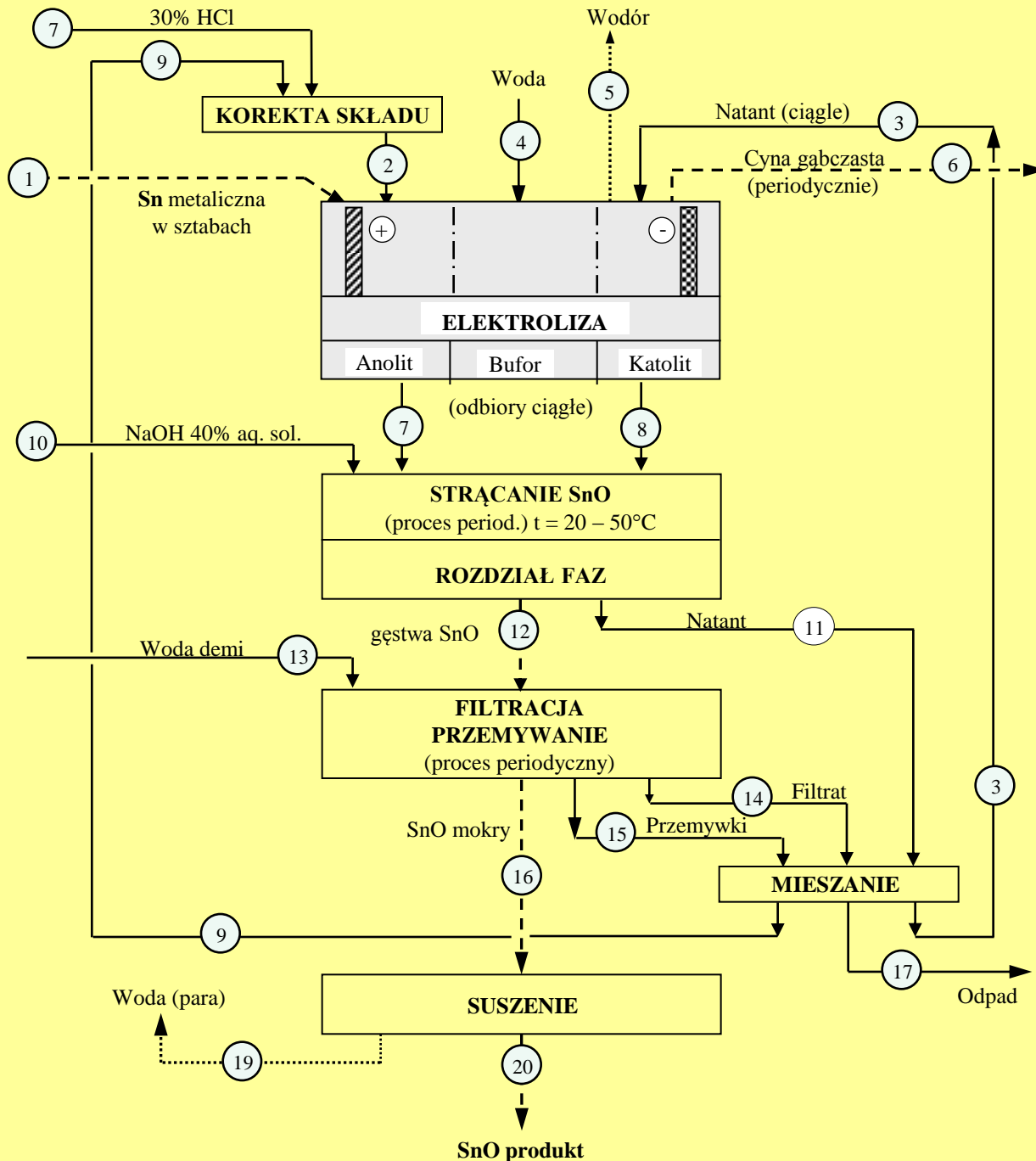
Schemat ideowy absorpcji HCl z syntezy KDBW



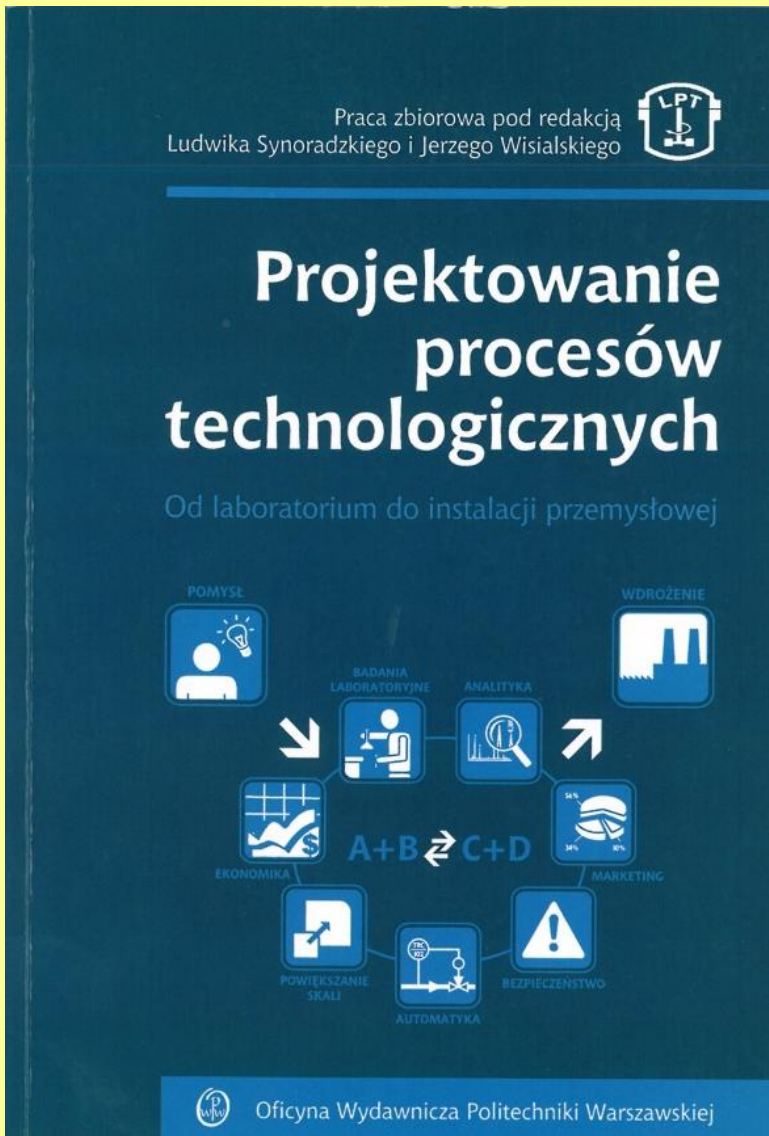


Schemat ideowy elektrolitycznego otrzymywania SnO (wersja III)

Schemat ideowy elektrolitycznego otrzymywania SnO (wersja V)



LITERATURA



- ❖ *Projektowanie procesów technologicznych – Od laboratorium do instalacji przemysłowej*, red. L. Synoradzki, J. Wisiański, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2006,
 - rozdz. 8: *Elementy projektu procesowego*