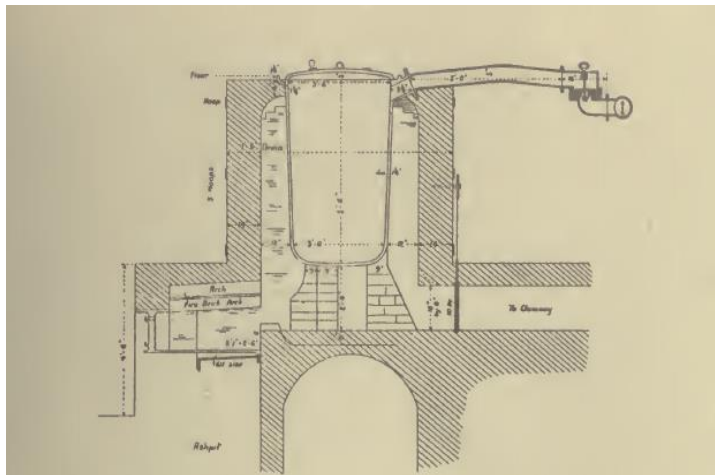


Rola benzolu na rynku benzenu

Jerzy Wiertelorz

Październik 2019

- Krótka historia benzenu: odkrycie i początki zastosowań
- Jakość benzolu i rozwój technologii jego przetwórstwa
- Petrochemia: nowe źródło benzenu
- Rola benzenu z benzolu na rynku benzenu
- Konkluzje



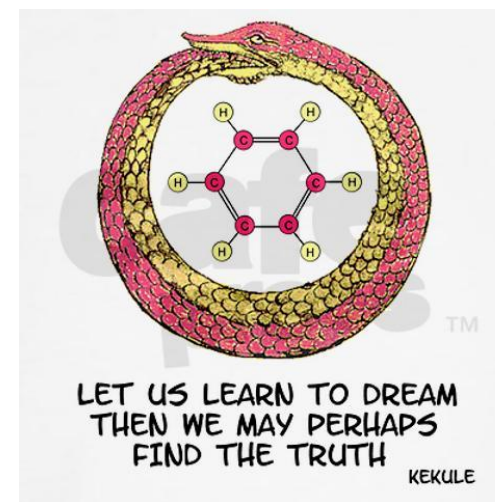
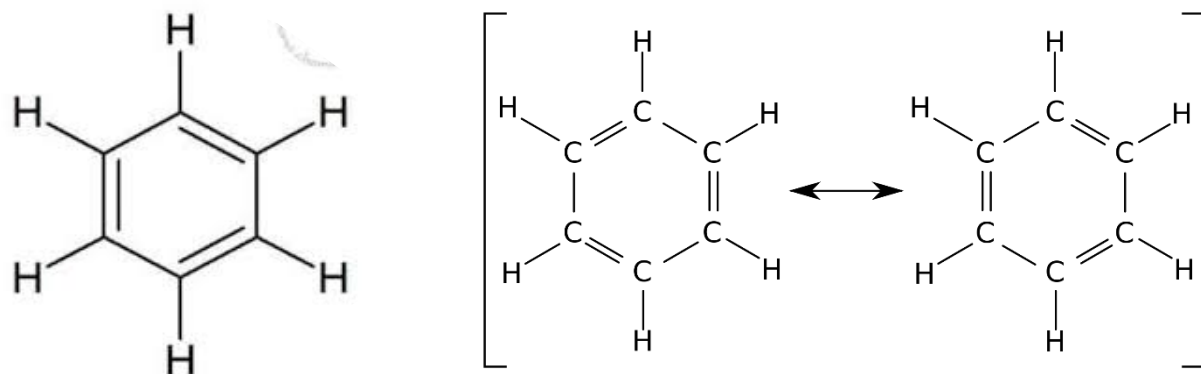
Retorta do zgazowania węgla dla uzyskania gazu świetlnego, William Murdoch 1792



PKN Orlen, węzeł rozdziału gazów instalacji olefin

Struktura benzenu

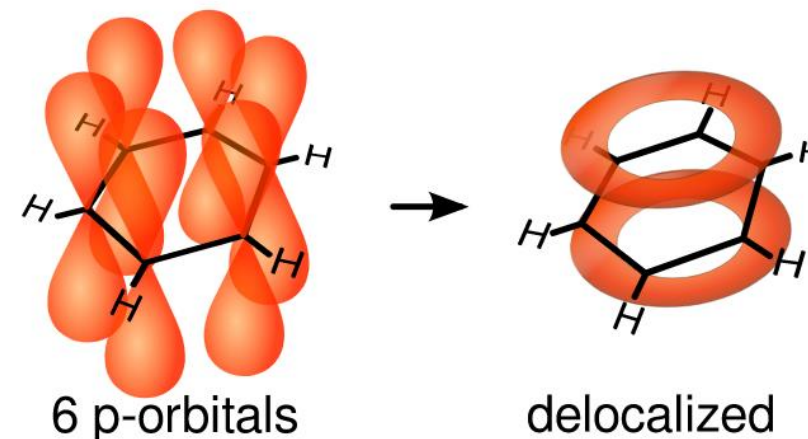
pierścieniowa - odkryta przez Augusta Kekule w 1865r.
1,3,5 cykloheksatrien? Czy 2,4,6 cykloheksatrien?



Kekule'go wersja rysunku Uroburosa pochodzącego z traktatu alchemicznego „Synosius” Theodorusa Pelecanosa z 1478

1899 Johannes Thiele – odkrycie struktury rezonansowej

1925 James W. Armit i Robert Robinson – wprowadzenie pojęcia sekstetu elektronowego



Izomery benzenu

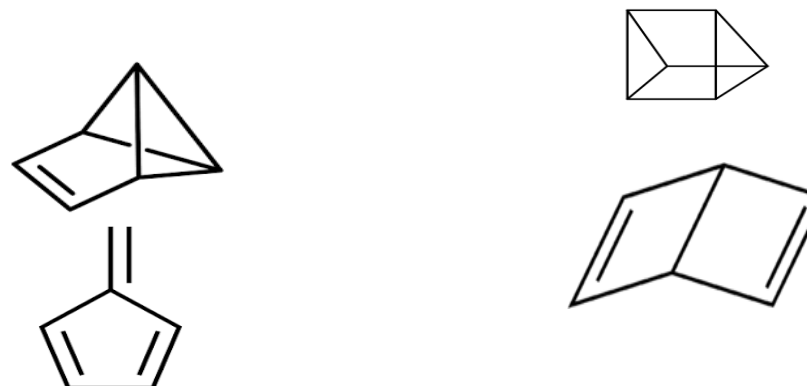
Jest teoretycznie możliwych 217 konfiguracji C₆H₆. Do dyskusji zgłoszono ok 30. Większość okazała się termodynamicznie niemożliwa. Kilka jednak uzyskano w XX wieku; są one nietrwałymi izomerami benzenu. Produkuje się niektóre z nich przemysłowo – n.p. poliacetylen jest produkowany z pryzmanu otrzymywanego z benzvalenu (otrzymywanego z kolei z cyklopentadienu i metylolitu), a otrzymywany z bezwodnika kwasu ftalowego benzen Dewara jest punktem wyjścia do niektórych syntez farmaceutycznych.

Albert Ladenberg - pryzman

Archibald Scott Couper - benzvalen

James Dewar – benzen Dewara

Johannes Thiele – fulven



Fulven zaproponowany przez Thiela jako właściwa struktura benzenu, objawił ciekawe własności zawdzięczone pierścieniowi cyklopentadienowemu. Podobnie jak w przypadku ferrocenu tworzy kompleksy sandwichowe, ale rozbudowane o metylenowe podstawniki. Jest punktem wyjścia do otrzymywania zaawansowanych katalizatorów metaloorganicznych. Jest on także reprezentantem zawdzięczającej mu nazwę grupy związków zwanych fulvenami, z których najprostszy – metylenocyklopropen, oraz fulvalen (bicyklopentadienylden) także znalazły zastosowanie do produkcji katalizatorów.

Styrax benzoin



Drzewo rosnące w południowo-wschodniej Azji. Największe uprawy znajdują się w Indonezji i Indiach. Żywicę pozyskuje się podobnie, jak sok kaczukowca, poprzez nacinanie kory.

Benzen – pochodzenie nazwy



Głównym składnikiem (25-55%) Styx benzoin resin (w Anglii – Benjamin gum), jest kwas benzoowy. Obecności tego kwasu zawdzięcza żywica swoje właściwości lecznicze, co w połączeniu z waniliowym zapachem dymu pochodzącego ze jej spalania, odpowiada za popularność jako kadzidła oraz surowca perfumeryjnego i farmaceutycznego.

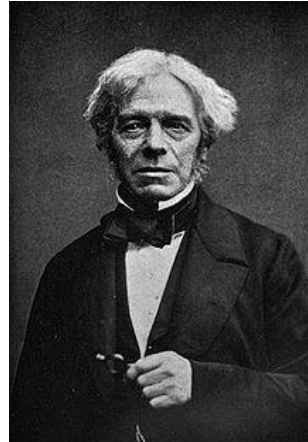
Benzen – pochodzenie nazwy

Eilhard Mitscherlich -1833



Poprzez destylację produktów reakcji kwasu benzoowego i wodorotlenku wapnia wyprodukował coś, co nazwał benzin (w 1843 przemianowany przez Justusa von Liebiga na benzene). Z czasem zidentyfikował tożsamość nowoodkrytego związku z „dwuwęglikiem wodoru” Faraday’a.

Michael Faraday -1825



Wyekstrahował benzen ze skroplin gazu świetlnego. Faraday nazwał otrzymaną ciecz „*bicarburet of hydrogen*” – dwuwęglík wodoru.

Co przed koksem?



- A. Znaleziono świadectwa archeologiczne wydobycia węgla kamiennego w Chinach ok. 3490 pne.**
- B. Teofrast (371-287 pne.) w traktacie „o skałach” wspomina użycie do wytapiania metali „skał wydobytych z ziemi, a palących się jak węgiel drzewny”.**
- C. Już w średniowieczu w większości krajów europejskich zakazano spalania węgla w miastach ze względu na powstające zadymienie i częste zaccadzenia.**
- D. W Anglii, Walii i Kornwalii do połowy XVII stulecia, dla uzyskania budulca i węgla drzewnego dla hutnictwa, wykarczowano 90% lasów. Od tego czasu wyspy brytyjskie zależą od importu drewna.**

Początki przemysłu koksowniczego

1589 – T. Procter i W. Peterson – patent na produkcję koksu i jego użycie do odlewania żelaza

1619 – Dud Dudley otrzymał koks porowaty i zastosował go do przemysłowej produkcji żelaza



Ernst Wilhelm Knippel, Hintere Ansicht der Koengl: Eisengiesserei bei Gleiwitz

Początki przemysłu koksowniczego

1717 – Abraham Darby rozpoczął produkcję żelaza całkowicie zastępując węgiel drzewny koksem

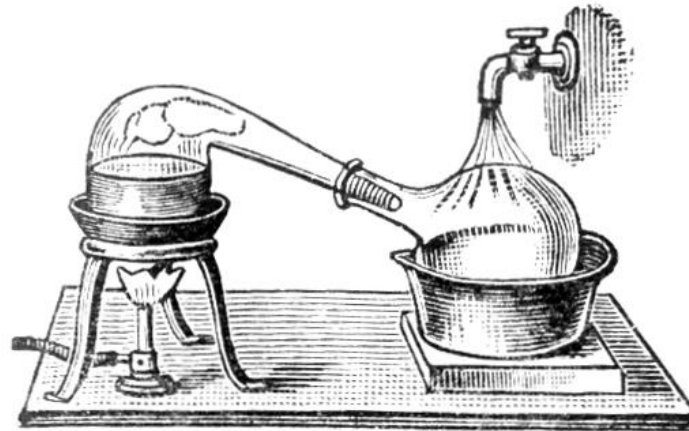
Od tego momentu Wielkiej Brytanii dynamicznie rozwijało się zastępowanie węgla drzewnego koksem przy produkcji żelaza. Ostatni wielki piec używający węgla drzewny został zamknięty w 1809 r.

W Europie kontynentalnej, pierwszy wielki piec używający koks uruchomiono w 1788 r. w Le Creusot (Francja), drugi w Gliwicach w 1796 r. Kolejny uruchomiono ponad 20 lat później.



Ernst Wilhelm Knippel, Hüttenplatz von Henrikov in Königreich Polen

- **XVI w** – smoła węglowa była używana w celach impregnacyjnych, oraz do ochrony krzewów winorośli przed szkodnikami
- **1681** – Król Anglii Karol II przyznał pierwszy patent na produkcję paku smołowego
- **1746** – Henry Haskins opatentował technologię destylacji smoły



- **1823** – Charles Macintosh użył lekkiego destylatu ze smoły jako rozpuszczalnika preparatów impregnacyjnych
- **1838** – John Bethell opracował pierwszy proces destylacji lekkiej frakcji uzyskiwanej z przerobu smoły.

Wydzielenie benzenu ze smoły koksowniczej



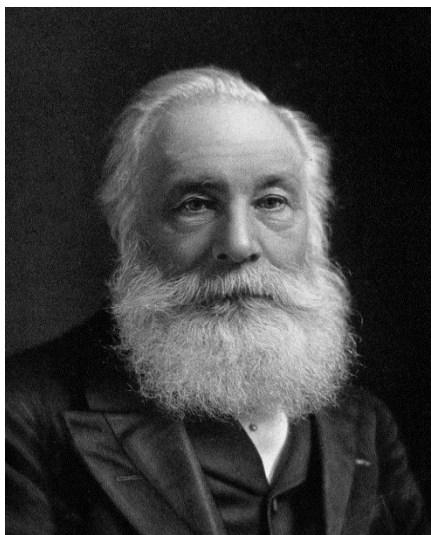
1849 - Charles Mansfield – uruchomił pierwszą przemysłową instalację produkującą benzen, ale także toluen i ksyleny z frakcji lekkiej wydzielanej ze smoły.



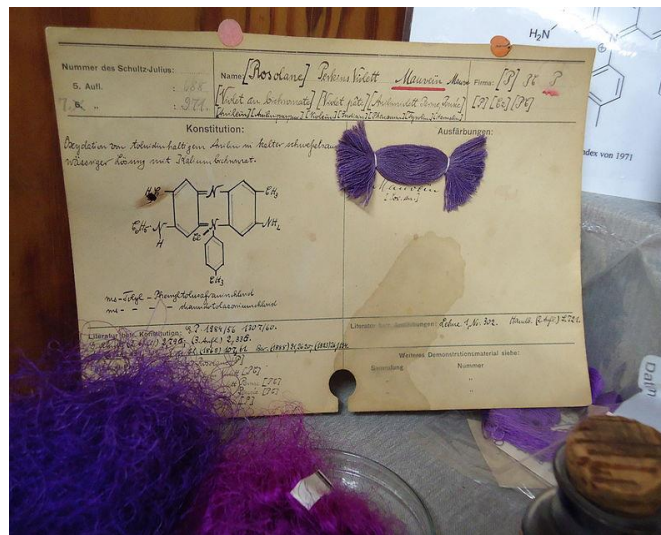
Pierwsze syntezy – barwniki

1856 – William Henry Perkin – przypadkowo zsyntetyzował purpurowy barwnik – moweinę (usiłował otrzymać indygo).

1856 – Uruchomienie pierwszej fabryki barwników syntetycznych opartych na benzenie (wówczas tylko) karbochemicznym. Początek epoki syntez w przemyśle chemicznym.

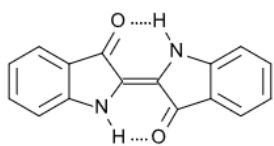
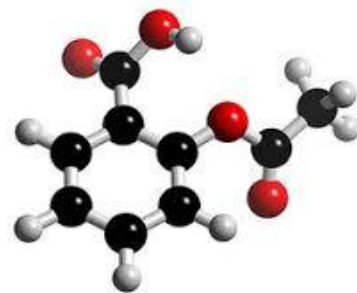


*Yours sincerely
W. H. Perkin*



Pierwsze syntezy leków

- **1859** – Hermann Kolbe – przypadkowo zsyntetyzował kwas salicylowy (usiłował otrzymać indygo)
- **1897** – Felix Hoffmann zsyntetyzował kwas acetylosalicylowy
- **1899** – początek produkcji kwasu acetylosalicylowego wprowadzonego na rynek przez Bayer pod nazwą aspiryna.

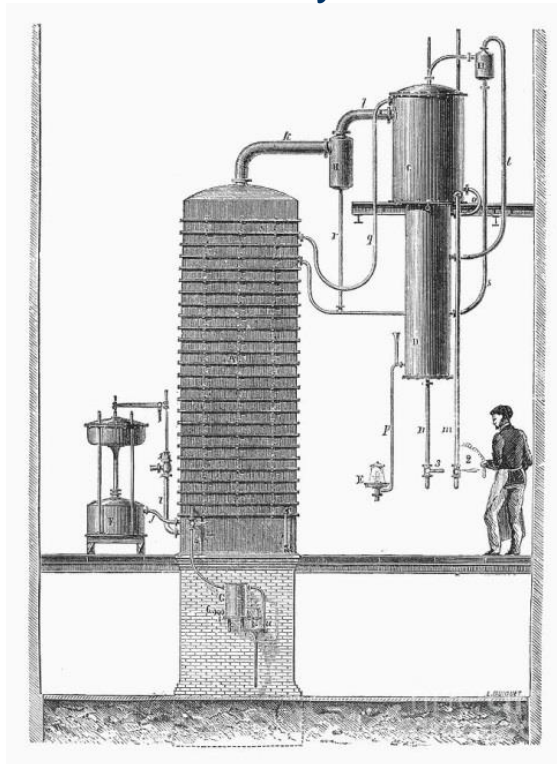


Indygo ostatecznie zsyntetyzował Adolf von Baeyer w 1870 r.
BASF podjął produkcję indygo w 1897

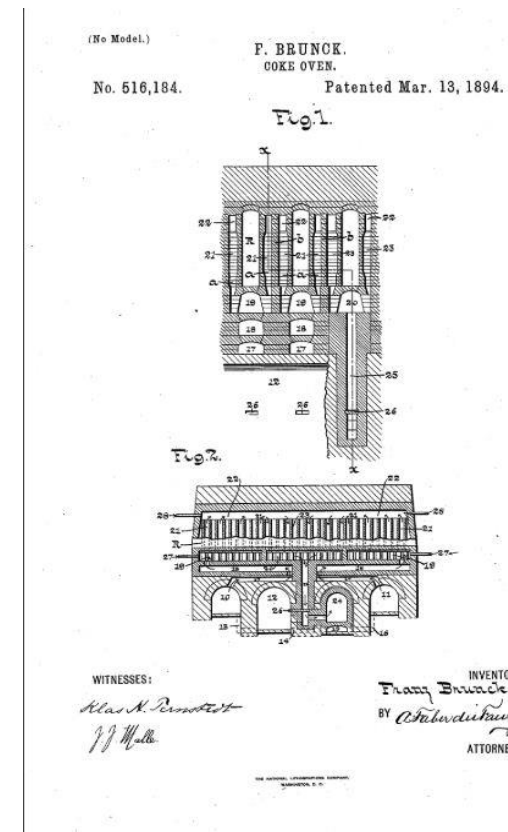


Powiązanie rozwoju syntez chemicznych z rozwojem przemysłu koksowniczego

- połowa XIX wieku – dynamiczny rozwój przetwórstwa smoły i destylacji otrzymywanej z niej lekkiej frakcji. Rozwój opartego na nich przemysłu chemicznego – głównie barwników, lakierów, leków.
- II połowa XIX wieku – seria przełomowych rozwiązań w dynamicznie rozwijającym się przemyśle koksowniczym.

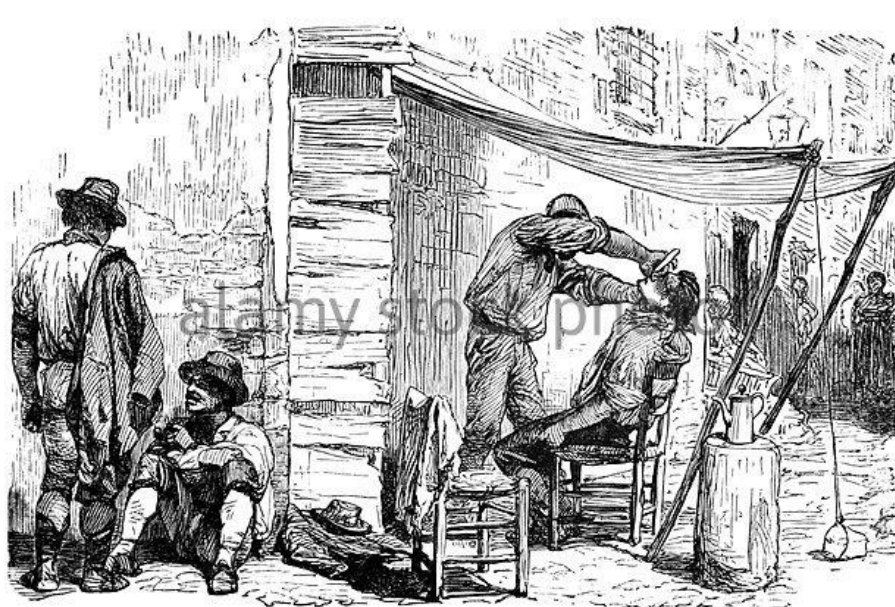


- Rozwój przez Juliusa Ruetgers'a od 1859 technologii przerobu smoły koksowniczej
- Zbudowanie w 1883 r. przez Otto i Hoffmanna baterii koksowniczej nowego systemu
- Zbudowanie przez Franza Brunck'a w 1887 pierwszego układu wydzielania benzolu z gazu koksowniczego



Nie chemiczne zastosowania benzenu

- W XIX wieku do lat 20-tych XX wieku benzen był używany jako substrat do syntez chemicznych, ale także jako rozpuszczalnik, jako środek odkażający czy jako płyn po goleniu ze względu na przyjemny zapach i aseptyczne właściwości
- Pierwsza kawa rozpuszczalna (i pierwsza bezkofeinowa) wynaleziona przez Ludwiga Roselius'a w 1903 r. produkowana była poprzez ekstrakcję ziaren kawy benzenem.
- Wielkie ilości benzenu znajdowały zastosowanie do produkcji benzyn silnikowych do wynalezionego w międzyczasie przez Nikolausa Otto silnika czterosuwowego.



Pierwsze wielotonowe syntezы wychodzące od benzenu

- **1899** – początek produkcji fenolu poprzez sulfonowanie benzenu. Pojawienie się pierwszego tworzywa sztucznego – opracowanej przez Leo Hendrika Baekelanda żywicy formaldehydowo-fenolowej (bakelite – 1907)
- **1927** – pojawienie się technologii produkcji fenolu oraz aniliny via chlorobenzen
- **1930** – wdrożenie produkcji aniliny poprzez nitrobenzen
- **1930** – pojawia się technologia produkcji styrenu (poprzez etylobenzen); w latach następnych produkcja polistyrenów i syntetycznych kauczuków styrenowych
- **1933** – początek produkcji bezwodnika kwasu maleinowego i pierwszych żywic epoksydowych
- **1938** – Du Pont wprowadza na rynek pod nazwą „nylon” pierwsze tworzywo poliamidowe produkowane z benzenu poprzez cykloheksan i kaprolaktam
- Do II wojny światowej benzen był podstawowym dodatkiem wysokooktanowym i przeciwstukowym do benzyn (stąd ich nazwa w niektórych krajach)



Po II wojnie światowej gwałtowny rozwój produkcji wielkiej gamy tworzyw sztucznych, kauczuków i lateksów, żywic, barwników, leków, środków ochrony roślin, dodatków do żywności, detergentów, kosmetyków, substancji zapachowych, katalizatorów i materiałów pomocniczych dla wielu branż przemysłu.

Jakość benzolu

Lp.	Związek/grupa związków	j.m.	Min.	Max.	Średnio
1	Cyklo- i dicyklopentadien	%	0,2	3,5	1,4 - 1,5
2	Benzen	%	61	81	68 - 71
3	Toluen	%	8	22	12 - 15
4	Ksylene	%	2,2	7,1	3,3 - 3,6
5	Etylobenzen	%	0,06	0,29	0,2
6	Styren	%	0,9	1,6	1,1 - 1,3
7	Kumen	%	0,0	0,014	0,003 - 0,004
8	Inden	%	1,0	3,9	2,1 - 2,1
9	Pozostałe aromaty C ₉	%	0,8	3,5	2,2 - 2,3
10	Naftalen	%	0,3	4,2	2,2 - 2,4
11	Aromaty C ₁₁ /C ₁₁₊	%	0,1	4,1	1,3 - 1,4
12	Węglowodory niearomatyczne	%	1,1	4,6	2,5 - 2,7

Obserwujemy na rynku europejskim dwie grupy benzoli: benzole lekkie, o zawartości benzenu zazwyczaj 70-78% pochodzące z koksowni używających współczesnych rozwiązań technologicznych oraz benzole ciężkie, o zawartości benzenu zazwyczaj 60-65% pochodzące z koksowni używających nienowoczesnych układów absorpcji. W benzolach ciężkich zawartość węglowodorów C₉₊ sięga nawet kilkunastu procent.

Zanieczyszczenia benzolu

Podstawowymi zanieczyszczeniami benzolu są związki siarki, tlenu i azotu

Lp.	Związek/grupa związków	j.m.	Min.	Max.	Średnio
1	Siarka całkowita	ppm	700	>7.000	2.400 - 2.700
2	Tiofen	ppm	1.500	>5.500	2.200 - 2.400
3	CS ₂	ppm	120	3.500	800 - 1.000
4	Pirydyny	ppm	0,0	>500	200 - 250
5	Fenol	ppm	70	>4.000	900 - 1.300

- zawarte w benzolu sole nieorganiczne – cyjanki, rodanki, chlorki, siarczany i siarczyny rozpuszczone są prawie całkowicie w wodzie stanowiącej ok 0,1% benzolu i oznaczane są w wodzie separatorowej odstałej z benzolu
- Siarka w benzolu, to przede wszystkim tiofen i CS₂. Obecne są także benzotiofen, merkaptany, H₂S, COS, oraz niewielkie ilości siarczanów i siarczynów rozpuszczonych w wodzie zawartej w benzolu
- w niektórych benzolach pochodzących ze wschodniej Ukrainy zaobserwowano nawet 11.000 ppm siarki

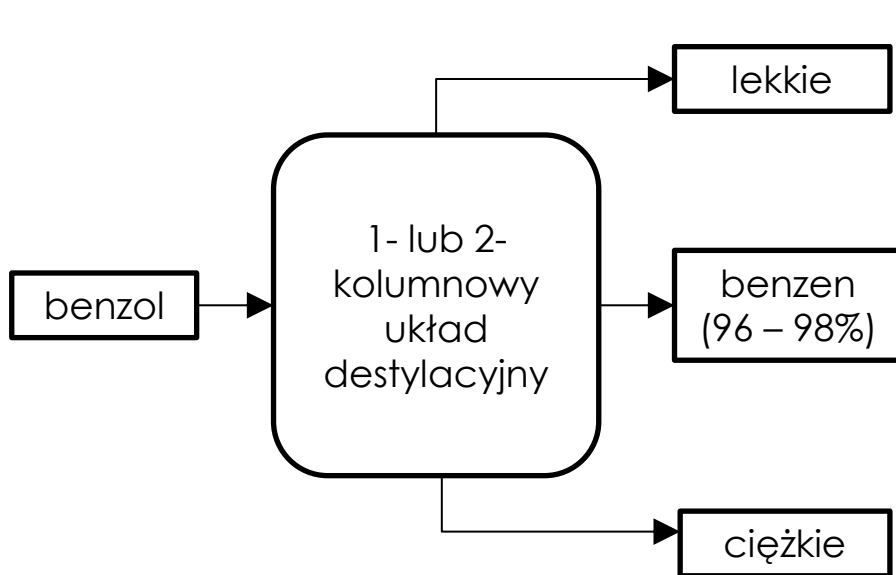
Początki destylacji rektyfikacyjnej

Destylacja rektyfikacyjna:

1822 Irlandczyk Anthony Perrier

1828 Szkot Robert Stein

1830 Irlandczyk Aeneas Coffey

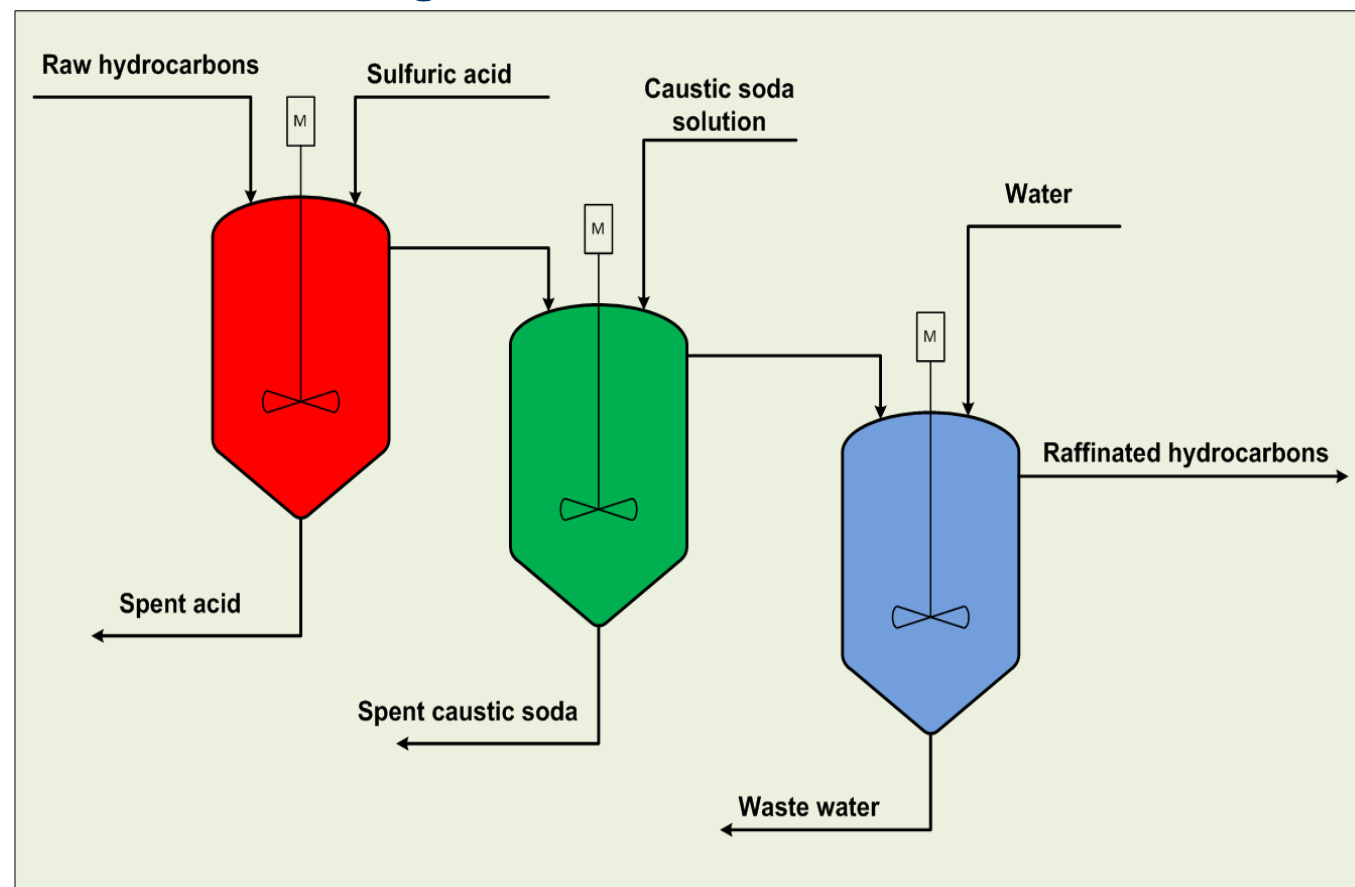


Rozwiązanie Bethell'a - 1838



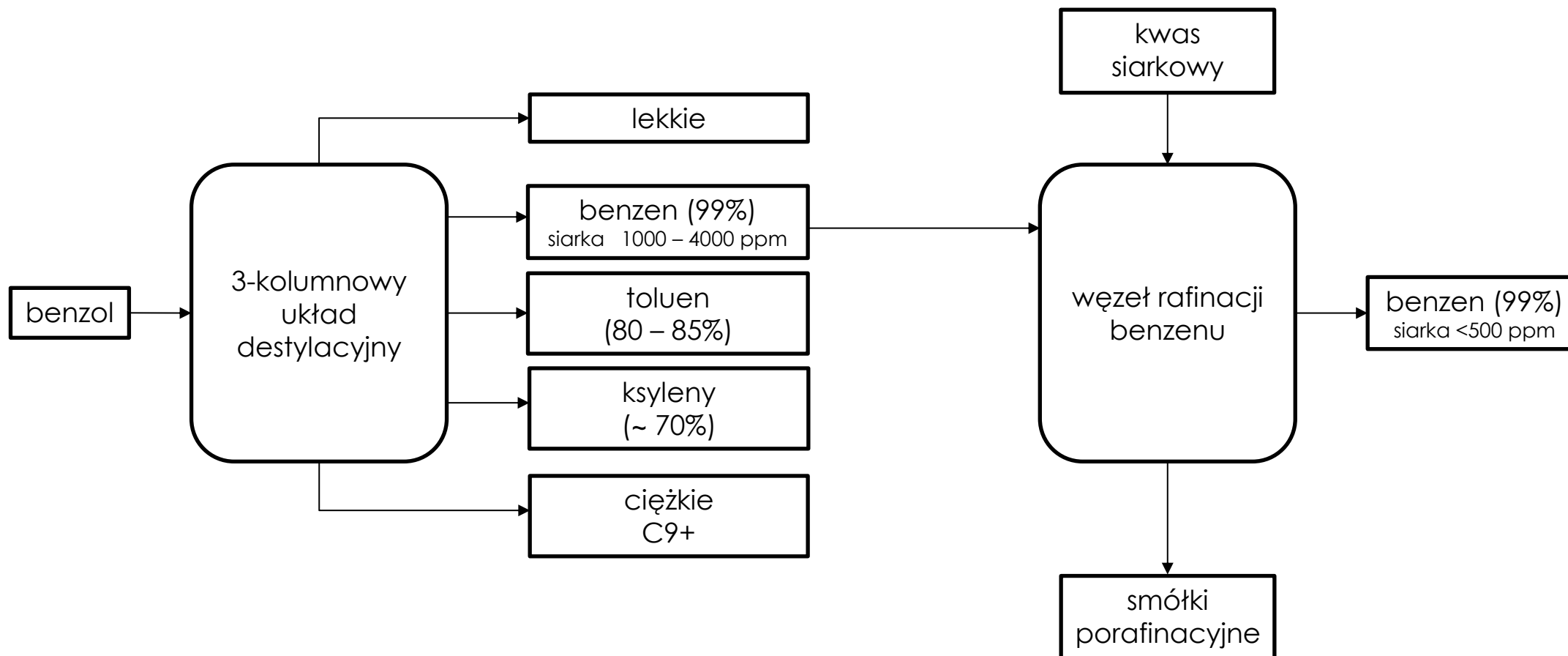
Rozwiązanie Mansfielda - 1849

- 02 grudnia 1853 – Ignacy Łukasiewicz i Jan Zeh opatentowali we Wiedniu proces rafinacji ropy naftowej przy wykorzystaniu kwasu siarkowego



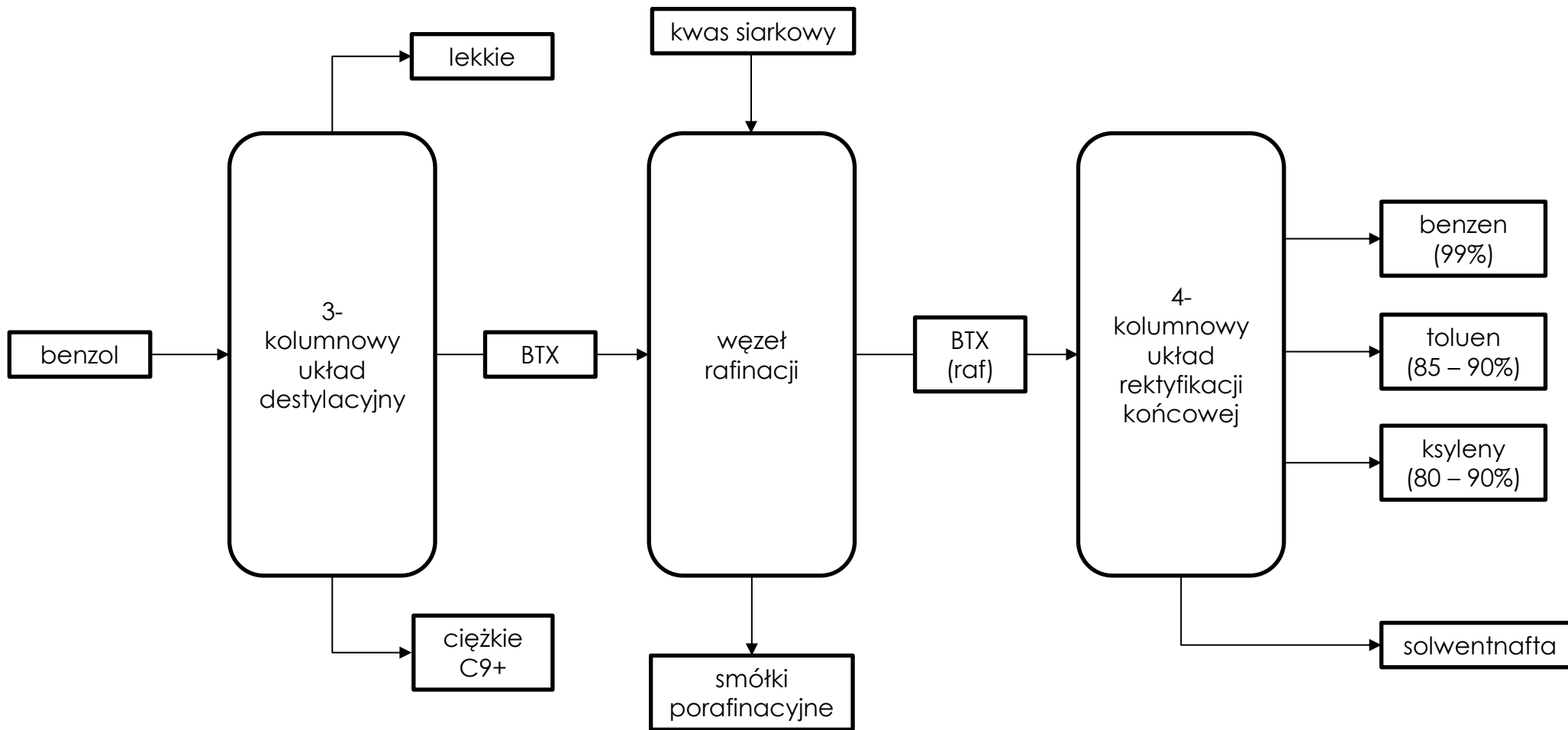
Technologia przerobu benzolu (1)

Innowacja Heinricha Koppersa – prosta destylacja z rafinacją kwasową (1907)



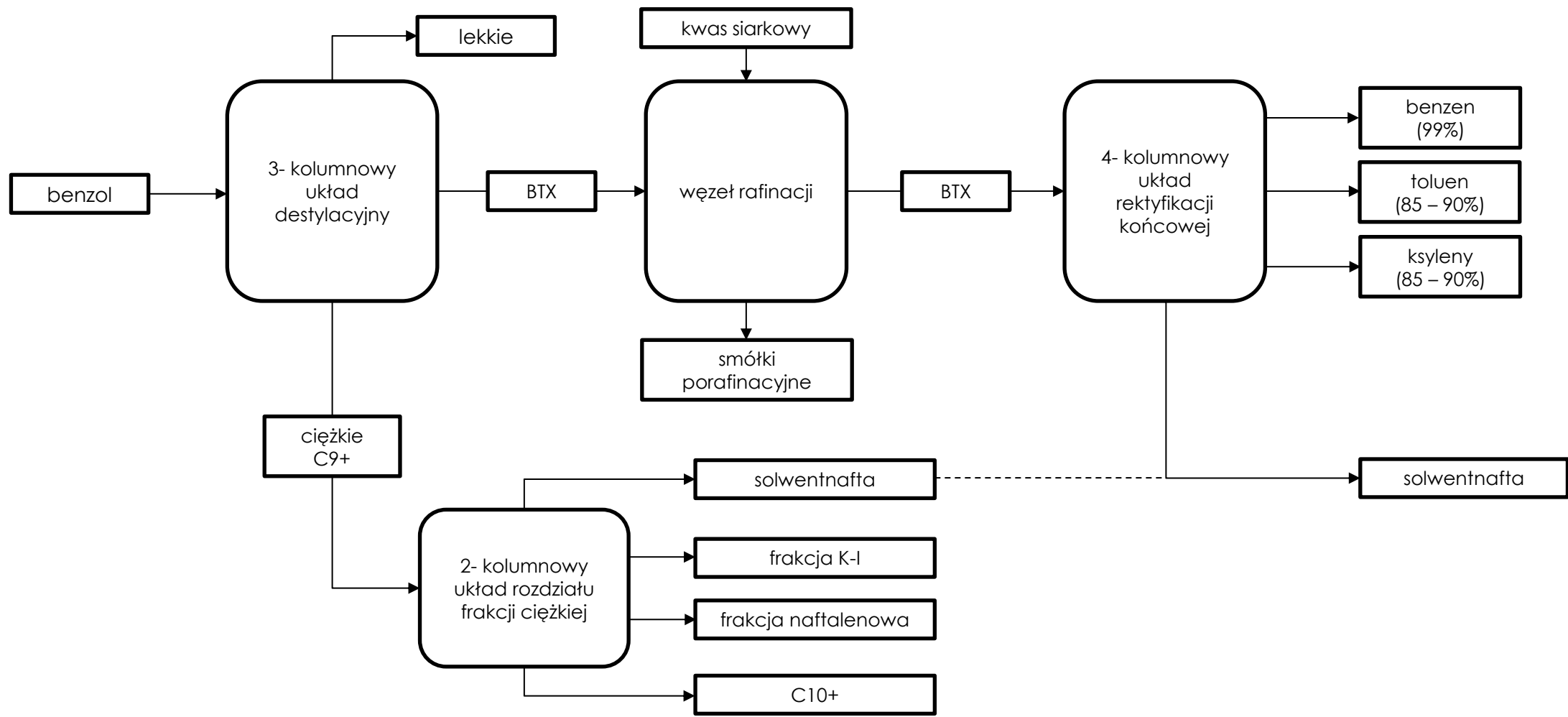
Technologia przerobu benzolu (2)

Podstawowa wersja technologii Koppersa



Technologia przerobu benzolu (3)

Technologia Koppersa z rozdziałem ciężkiej frakcji

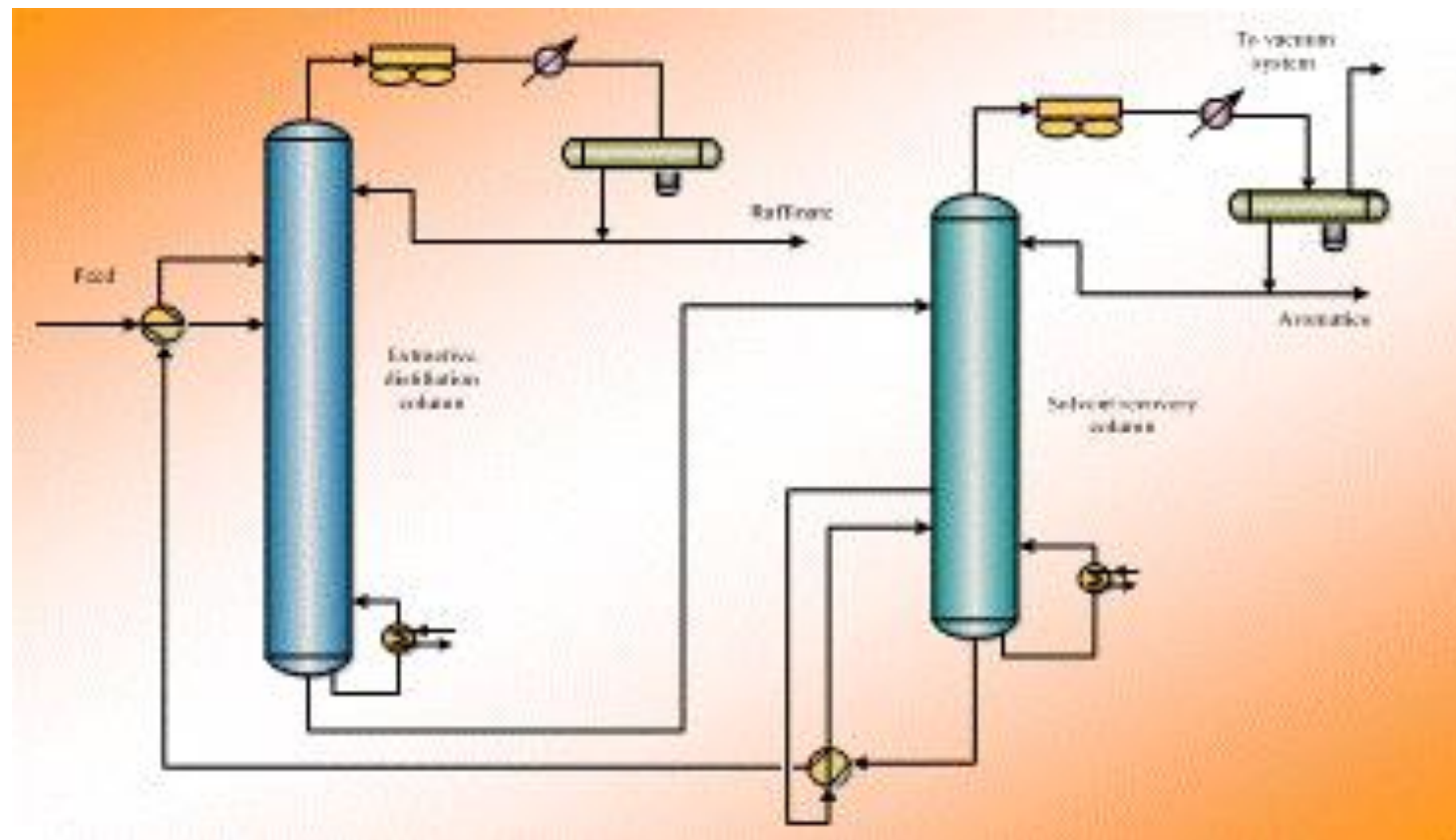


Destylacja ekstrakcyjna (1)

Pierwsza instalacja destylacji ekstrakcyjnej opracowana przez Koppers AG (Morphylane® process) została uruchomiona w 1968 w fabryce Aral w Gelsenkirchen. Używanym w tej technologii rozpuszczalnikiem jest n-formylmorfolina. Koppers AG została później nabyta przez Krupp Uhde, który dziś wchodzi w skład TKIS.

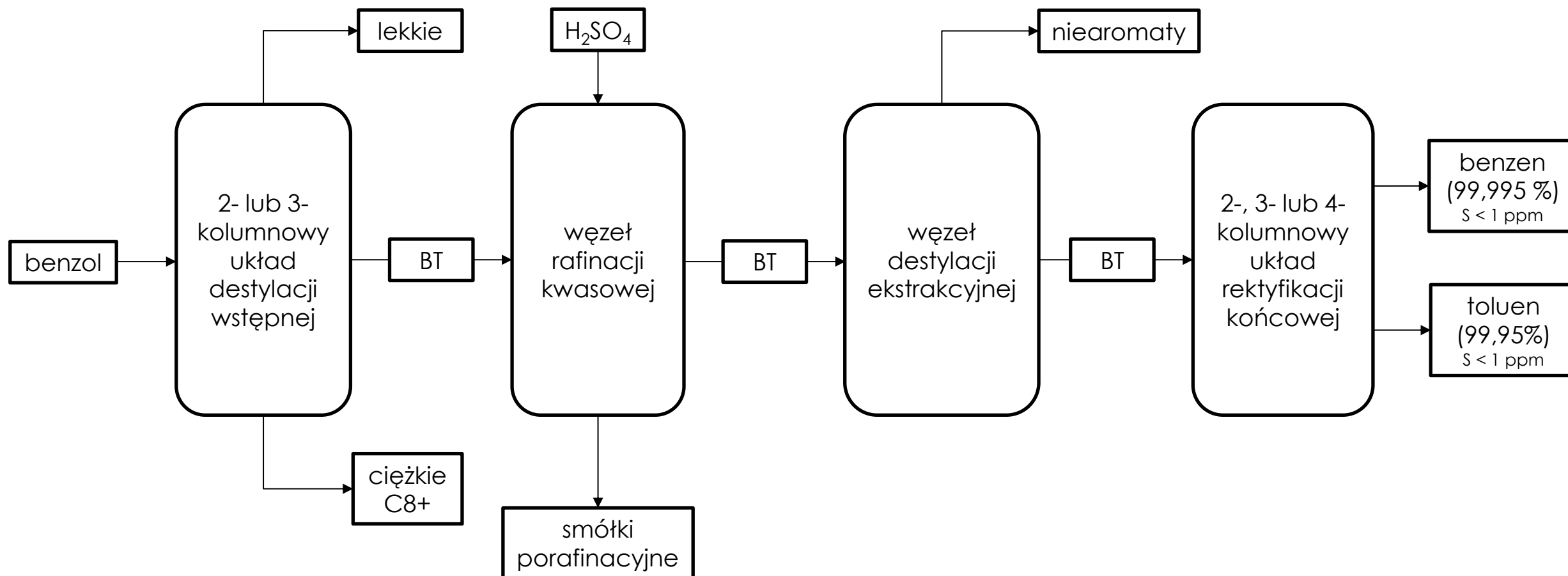
Inne technologie destylacji ekstrakcyjnej:

- Distapex – Lurgi, rozpuszczalnik sulfolan
- GT-BTX – GTC, rozpuszczalnik Tectiv



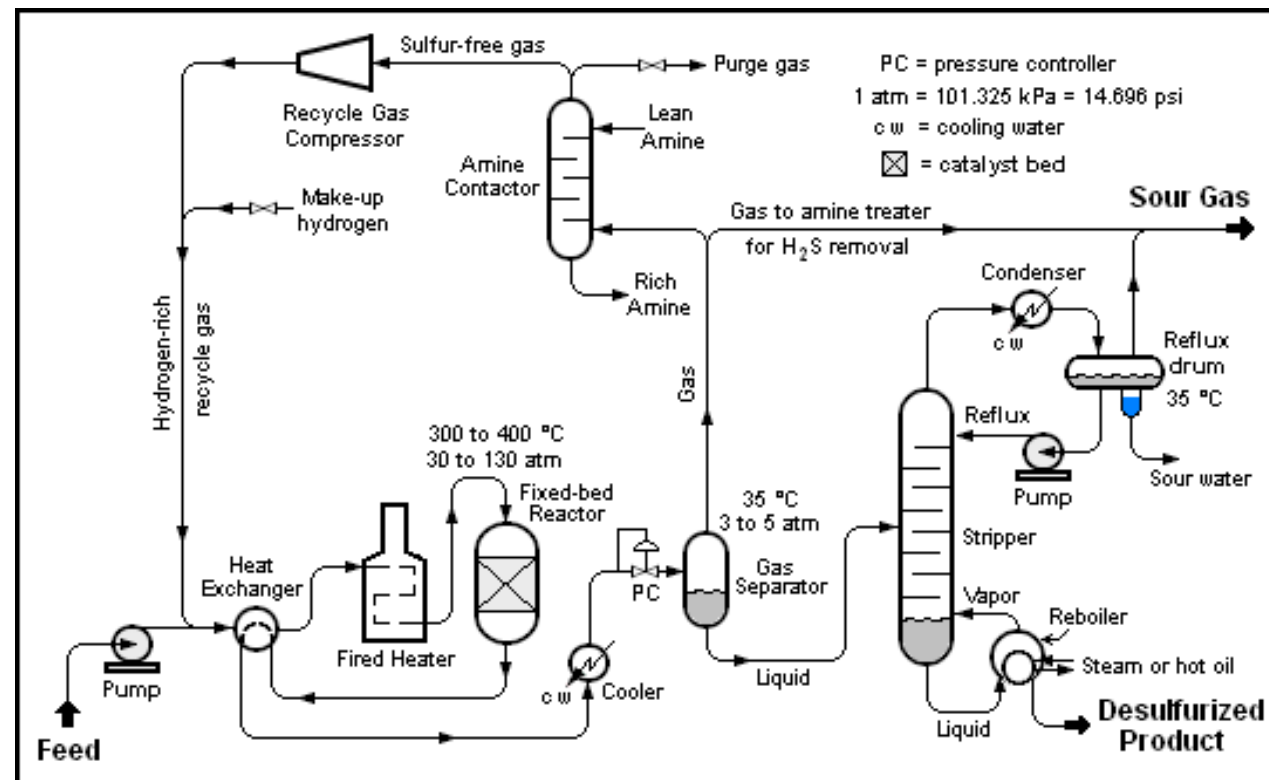
Destylacja ekstrakcyjna (2)

Współczesna wersja technologii Koppersa uzupełniona o węzeł destylacji ekstrakcyjnej



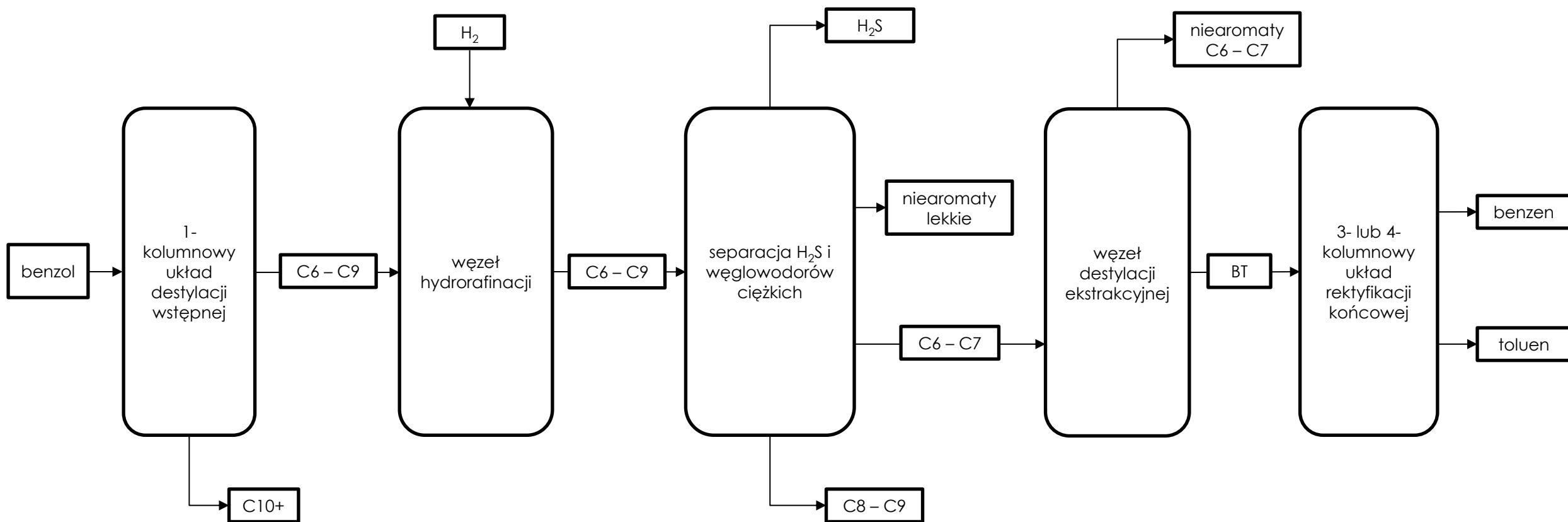
Hydroodsiarczanie (1)

- Nafta – lekki strumień rafineryjny obejmujący zakres C5-C12. Dzieli się ją na *light naphta* (C5-C6) o zakresie wrzenia 30-90 przeznaczoną do przetwórstwa petrochemicznego i *heavy naphta* (C7-C12) o zakresie wrzenia 90-200 przeznaczoną do produkcji paliw. W Polsce określenie nafta używane jest dla strumienia C12-C15 o zakresie wrzenia 170-250; w pozostałej części świata określanego jako kerosene i używanego do produkcji paliw lotniczych.
- W latach 50-tych wdrożone zostało katalityczne odsiarczanie lekkiej nafty używanej do procesów petrochemicznych
- W kolejnych latach opracowana została szeroka gama technologii hydroodsiarczania różnych produktów



Hydroodsiarczanie (2)

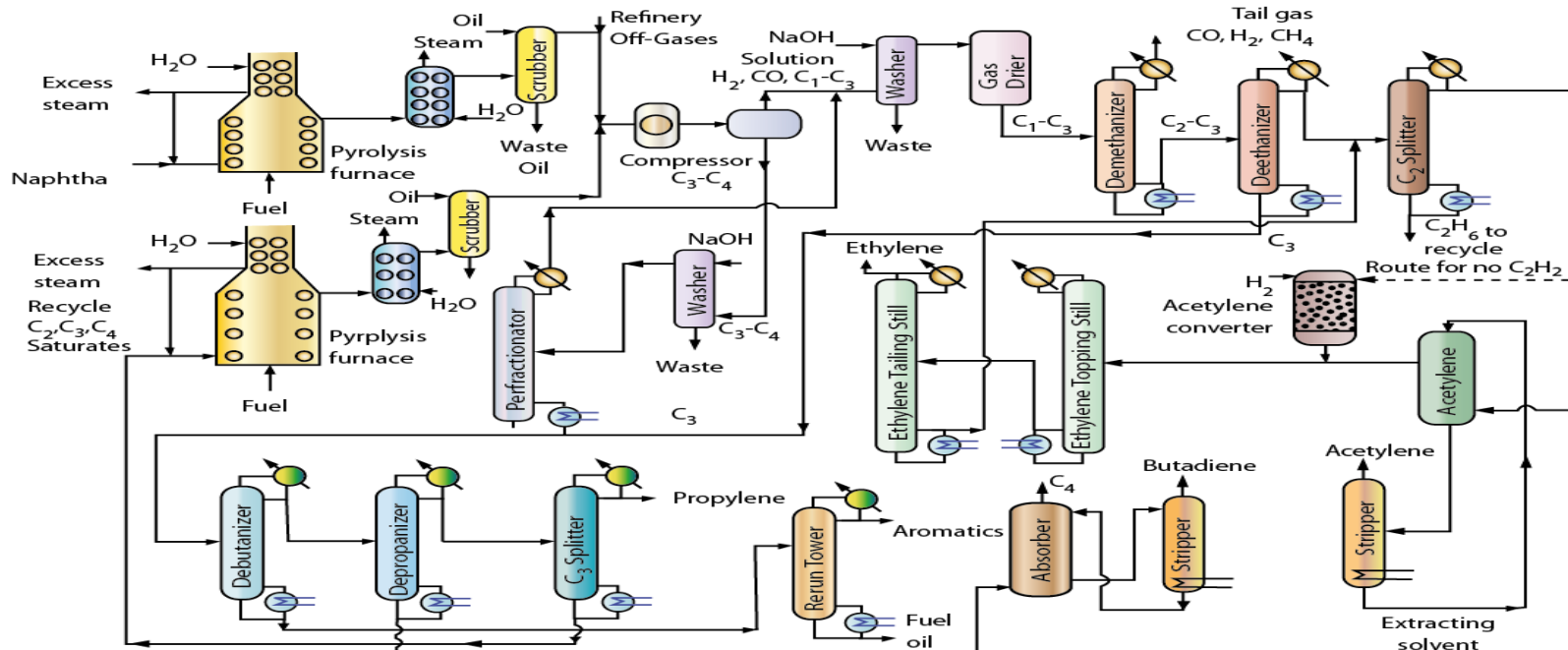
Rozwiązanie przerobu benzolu z wykorzystaniem hydrorafinacji i destylacji ekstrakcyjnej



- A. Odkrycie w latach 20-tych XX w. toksyczności benzenu zapoczątkowało jego stopniowe wycofywanie z użytku jako rozpuszczalnika i jako dodatku do paliw. Proces ten przebiegał tym sprawniej im bardziej wzrastał popyt na benzen ze strony przemysłu syntez chemicznych.
- B. Dla dynamicznie rozwijającej się w latach 30-tych i 40-tych produkcji aniliny, fenolu, styrenu, poliamidów zaczęło brakować surowca.
- C. Rozwiązaniem okazały się opracowane w przemyśle rafineryjnym technologie reformingu, oraz w przemyśle petrochemicznym technologia krakingu parowego. Pygas pochodzący z tej ostatniej stał się na długo podstawowym źródłem benzenu dla przemysłu.
- D. W rezultacie, o ile jeszcze w późnych latach 30-tych przerób benzolu był jedynym przemysłowym źródłem benzenu, to u progu lat 50-tych większość benzenu na rynku pochodziła już ze źródeł petrochemicznych.

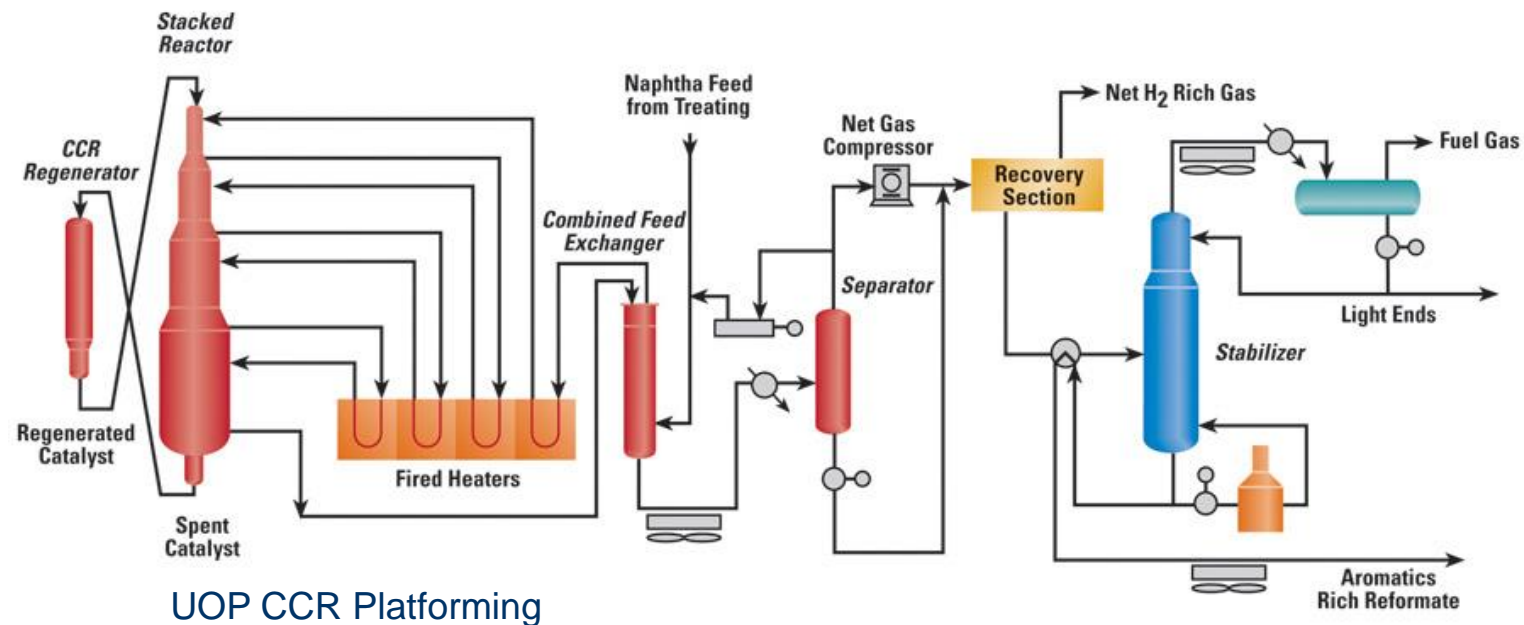
Piroliza. Pojawienie się krakingu parowego

- 1891 – pierwsza technologia krakingu termicznego opracowana przez rosyjskiego chemika Vladimira Shukov'a; w Baku powstaje instalacja krakingu termicznego średnich olejów naftowych.
- 1914 Jesse Adams Dubbs, założyciel UOP (Universal Oil Products) patentuje kraking termiczny w USA (średnie i ciężkie oleje z destylacji atmosferycznej ropy naftowej)
- 1942 - Standard Jersey (poprzednik ExxonMobil) pierwsza w świecie instalacja krakingu parowego lekkiej nafty



Reforming

- Reforming termiczny – lata 30-te USA
- Reforming katalityczny – katalizator molibdenowy – lata 30-te Niemcy
- Reforming katalityczny – katalizator platynowy (platforming) – 1949 – pierwsza instalacja – UOP – Vladimir Haensl



Podaż benzenu na rynku



- A. Światowa produkcja (i konsumpcja) benzenu przekroczyła w 2015 roku poziom 50 milionów ton, przy zdolności produkcyjnej ponad 63 milionów ton.**
- B. Ok. 25 mln t benzenu dostarczyły rafinerie ropy naftowej z procesów reformingu, przy czym część reformerów pracuje w tzw. reżimie wysokoaromatycznym i ukierunkowana jest nie na produkcję paliwową, lecz na produkcję aromatów,**
- C. ok. 17 mln t pochodziło z zakładów petrochemicznych z pirolizy nafty (ekstrakcja z pygas-u) i instalacji dysproporcjonowania toluenu,**
- D. ok. 6 mln ton wytworzone zostało w procesach pyrotol (pracujących w kompleksach petrochemicznych) i detol (pracujących w rafineriach).**
- E. Z przerobu benzolu pochodziło ok. 2,5 mln t benzenu (w tym 1,9 mln t Chiny przy zdolności produkcyjnej 3,6 mln t).**
- F. W Europie, przy zdolnościach produkcyjnych 12,1 mln t, wyprodukowano w 2017 r. 10,2 mln t benzenu**

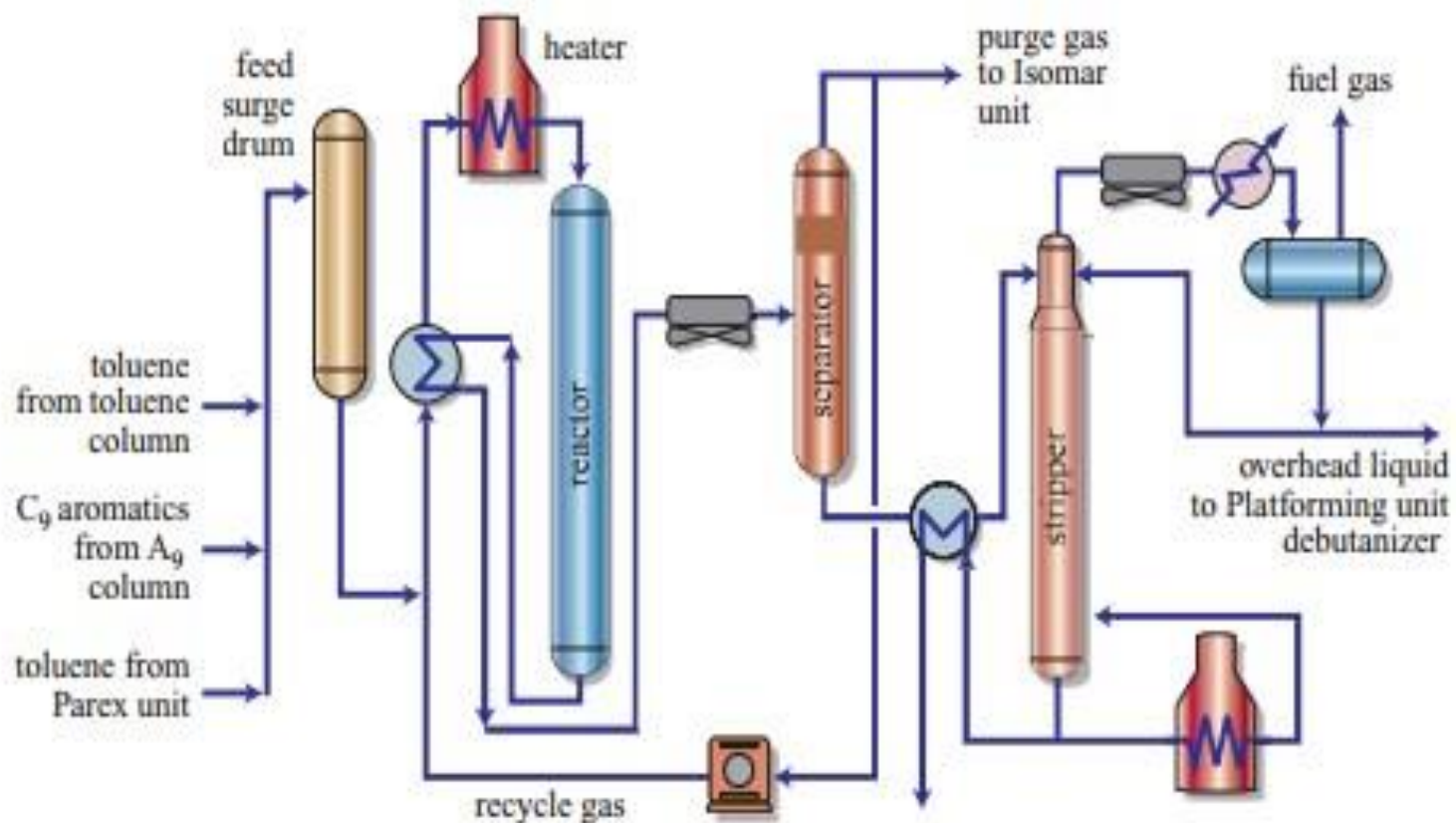
Hydrodealkilacja – rodzina technologii pozwalających na uzyskanie bezsiarkowego benzenu o czystości 99,95% z innych strumieni aromatycznych:

- Hydeal (**hydrodealkylation**) – pierwsza instalacja uruchomiona przez Ashland Oil w 1961. Służyła do produkcji czystego naftalenu z alkilonaftalenów; benzen był produktem ubocznym. Technologię kupił UOP. Instalacje oparte o kolejne wersje tej technologii są do dziś źródłem większości obecnego na rynku naftalenu produkowanego z oleju popirolitycznego.
- Litol – opracowana przez UOP technologia produkcji benzenu ze strumienia BTX (96%) z destylacji benzolu. Wdrożona w 2 fabrykach (USA, GB) i po krótkim okresie użytkowania zarzucona ze względu na problemy eksploatacyjne spowodowane przez wysokie zasiarczenie surowca.
- Pyrotol – opracowana przez UOP technologia produkcji benzenu z pygasu (**pyrolitic gasoline**) o zawartości BTX rzędu 73%. Setki instalacji w kompleksach petrochemicznych na całym świecie. Wraz z rozwojem technologii destylacji ekstrakcyjnej stopniowo zastępowane nowoczesnymi węzłami ekstrakcji aromatów.
- Detol – opracowana przez UOP technologia produkcji benzenu poprzez **dealkilację toluenu**. Setki instalacji w kompleksach rafineryjnych na całym świecie. Pełnią rolę jednego z ekonomicznych przełączników pomiędzy przemysłami rafineryjnym a petrochemicznym.

- **Benzen, pomimo jego wiodącej roli w syntezach chemicznych, uznawany jest na rynku za by-product, produkt uboczny.**
- **Jest to postrzeganie narzucone przez przemysł rafineryjny. Wynika ono z faktu, że znaczna część benzenu powstaje w procesach reformingu prowadzonych niegdyś wyłącznie, a dziś głównie dla produkcji komponentów paliwowych, gdzie benzen (od pewnego czasu) usuwany jest ze strumienia służącego produkcji paliw jako składnik, co prawda korzystny, ale niepożądany (ze względu na jego kancerogenność).**
- **Drugim podstawowym źródłem benzenu jest pygas – powstający ubocznie w procesie pirolizy lekkiej ropy prowadzonym w celu uzyskania olefin C2-C4.**
- **Podobnie, dysproporcjonowanie toluenu prowadzone jest głównie dla uzyskania paraksyleny tak potrzebnej dla produkcji poliestrów i PET, a benzen jest tym drugim, mniej wartościowym, współproduktem.**

Dysproporcjonowanie: U progu XXI w UOP opracował proces Tatoray służący dysproporcjonowaniu aromatów C7+ w ksyleny i benzen

Fig. 6.
Tatoray process.



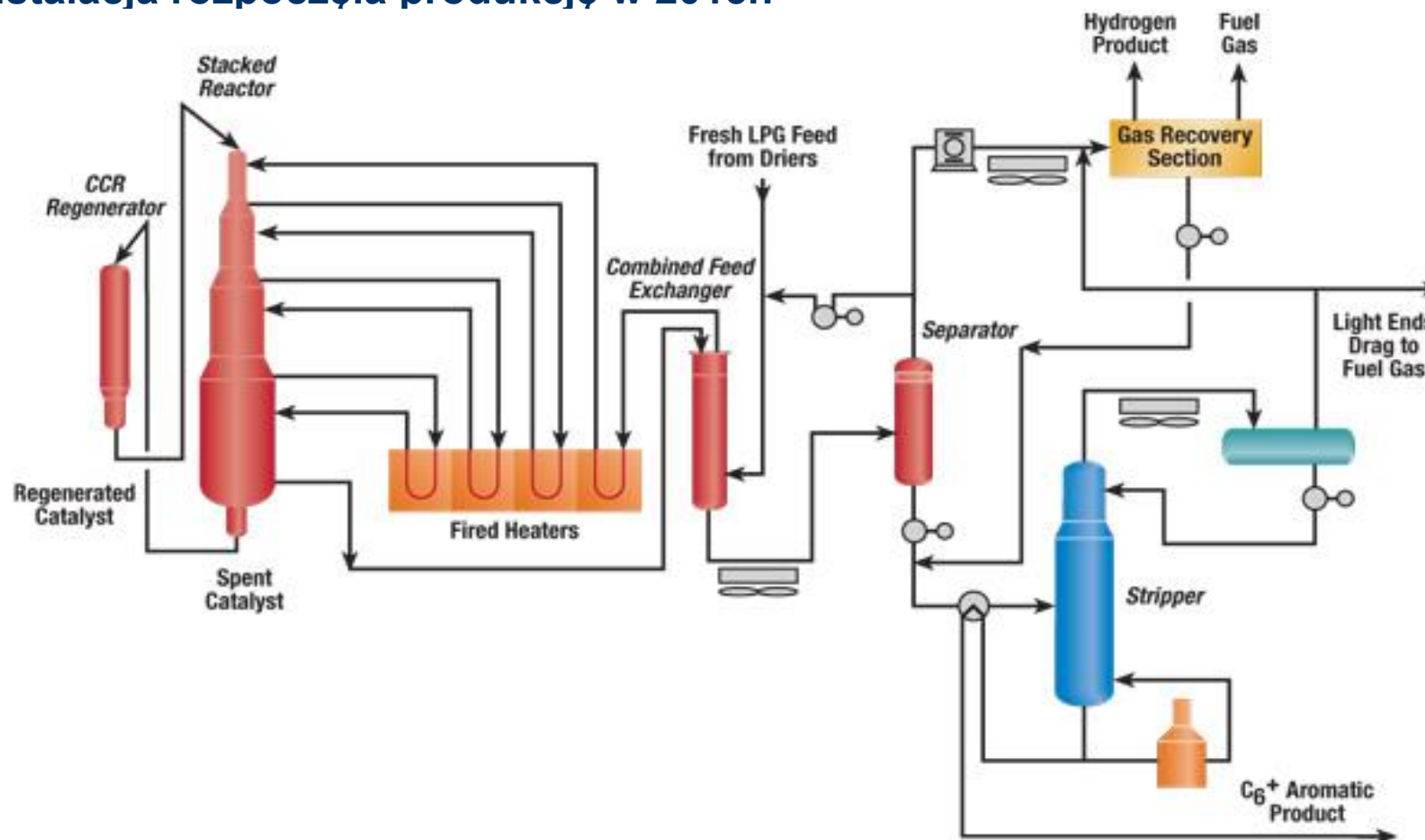
Technologie produkcji benzenu on purpose



- A. Dopiero na trzecim (ilościowo) miejscu znajdują się technologie Pyrotol i Detol służące wyłącznie do celowej (on purpose) produkcji benzenu z jego homologów.**
- B. Do grupy technologii produkujących benzen „on purpose” należałoby dodać przerób benzolu, a także przerób różnych zawierających benzen ubocznych strumieni petrochemicznych. Na czele tych strumieni jest bentol – mieszanina benzenu i toluenu powstająca przy odwodornieniu etylobenzenu do styrenu.**
- C. Rosnące zapotrzebowanie na benzen doprowadziło do opracowania kolejnych procesów, w których uzyskuje się go poprzez przetworzenie mniej wartościowych produktów rafineryjnych. Technologia Cyclar pozwala na produkcję benzenu (i toluenu) ze strumienia C3-C4, a technologia PX-plus służy produkcji benzenu z wysokonaftenowego strumienia ubocznego z instalacji krakingu katalitycznego (FCC).**

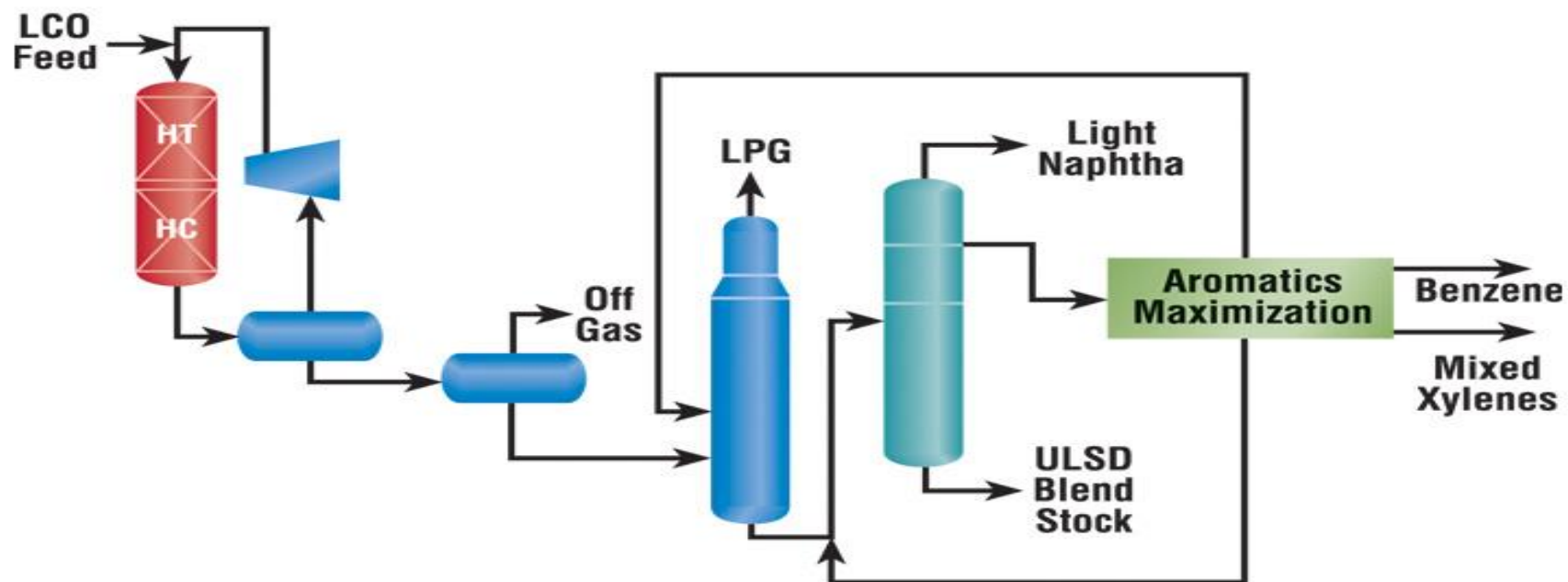
Proces Cyclar

Cyclar – opracowany przez UOP proces produkcji benzenu i tołenu z propanu i butanu. Pierwsza instalacja rozpoczęła produkcję w 2013r.



Proces PX-plus

Kolejny opracowany przez UOP proces - PX-plus, opracowany w 2008 roku (pierwsza implementacja 2013). Proces przetwarza wysokonaftenowe strumienie powstające ubocznie w procesie FCC (krakingu katalitycznego) w benzen i ksyleny



Zmiany geograficznej struktury produkcji benzenu (1)



- **W roku 2018 zdolności produkcyjne benzenu na świecie wynosiły 63.143 tys. t były wyższe o 8.215 tys. t niż w roku 2010**
- **W roku 2018 zdolności produkcyjne benzenu w Europie i Ameryce Północnej wynosiły łącznie 23.373 tys. ton. W porównaniu z 2010 wzrosły o 353 tys. t**
- **W roku 2018 zdolności produkcyjne w regionie Azja-Pacyfik wynosiły 30.852 tys. t i w stosunku do 2010 wzrosły o 4.331 tys. t**
- **W roku 2018 zdolności produkcyjne benzenu na Bliskim Wschodzie wynosiły 5.071 i od 2010 wzrosły o 2.195 tys. t**

Zmiany geograficznej struktury produkcji benzenu (2)



- Do końca lat 80-tych $\frac{3}{4}$ światowych zdolności produkcyjnych i produkcji benzenu pochodziło z Europy Zachodniej i Ameryki Północnej
- Przez kolejne 20 lat wzrost zdolności produkcyjnych i produkcja w tych regionach się zatrzymał, natomiast z wielokrotnością się zdolności produkcyjne i produkcja w Azji, głównie w Chinach – do poziomu niemalże połowy światowych wielkości
- W ostatnim dziesięcioleciu dynamika wzrostu zdolności produkcyjnych i produkcji w Europie i Ameryce nadal zbliżona była do zera, w Chinach dynamika wzrostu znacznie osłabła (za azjatyckie wzrosty odpowiadają głównie Indie), natomiast gwałtownie rosną zdolności produkcyjne na Bliskim Wschodzie
- Wykorzystanie zdolności produkcyjnych benzenu w skali świata wynosi ok 80%, przy czym wyższe jest jednak w Europie i Ameryce Płn., niżli w Azji i na Bliskim Wschodzie. W efekcie wielkości produkcji w Europie i Ameryce Północnej są zbliżone do azjatyckich, pomimo, iż zdolności produkcyjne w Azji są już o $\frac{1}{3}$ wyższe.
- W chwili obecnej $\frac{3}{4}$ nowych zdolności produkcyjnych benzenu powstaje na Bliskim Wschodzie.

Zmiany geograficznej struktury produkcji benzenu (3)

Kompleks petrochemiczny w Al-Jubail.

Obecna produkcja ~50 mld \$

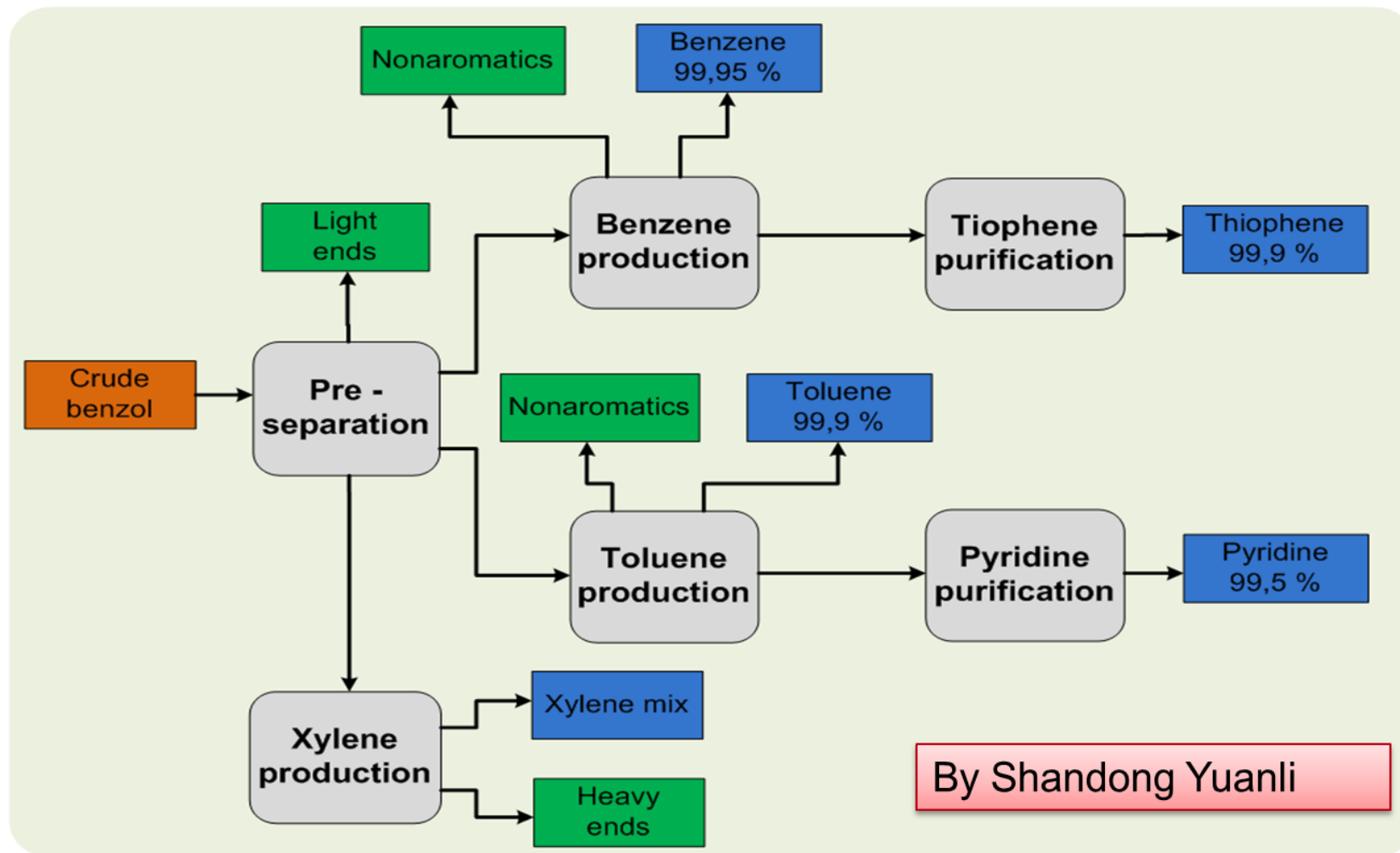
Trwają inwestycje o wartości ok. 20 mld \$



- Ze skalą produkcji ponad 50 mln t/r, jest benzen trzecim, po etylenie (120 mln t/r) i propylenie (100 mln t/r) podstawowym półproduktem chemicznym. Propylen w przeważającej mierze zużywany jest do bezpośredniej polimeryzacji, etylen zużywany jest głównie do polimeryzacji i produkcji PVC. Mniej, niż 20% tych olefin służy do syntez chemicznych (i w obu przypadkach zresztą podstawowym kierunkiem tych syntez jest alkilacja benzenu do odpowiednio etylobenzenu i kumenu). W odróżnieniu od tych olefin, benzen w całości stanowi surowiec do wielkiej gamy syntez chemicznych.
- Do lat 30-tych XX wieku jedynym przemysłowym źródłem benzenu był przerób benzolu. Rozwijające się w latach 30-tych i 40-tych przemysły rafineryjny i petrochemiczny już u progu lat 50-tych wygenerowały większą ilość benzenu, niż powstająca w przerobie benzolu. W kolejnych dekadach dynamiczny rozwój produkcji tworzyw sztucznych wywołał równie dynamiczny wzrost produkcji benzenu petrochemicznego.
- Wzrostowi temu nie towarzyszył porównywalny wzrost przerobu benzolu. Wynikało to z oczywistego niedostatku surowca. Sytuacja ta spowodowała stagnację technologiczną w przetwórstwie benzolu. W rezultacie, od lat 60-tych, do końca XX wieku, jakość benzenu karbochemicznego ustępowała jakości benzenu petrochemicznego, co zawężyło zakres technologii akceptujących taki benzen.

- U schyłku XX wieku udział benzenu karbochemicznego w rynku benzenu spadł poniżej 3%. Przebiegający na przełomie wieków w Chinach forsowny rozwój karbochemii podniósł ten udział w okolice 5% (obecnie już poniżej 4%), po czym ilościowy rozwój przetwórstwa benzolu stanął w miejscu, natomiast corocznie przybywa w świecie kilka mln ton zdolności produkcyjnych (i produkcji) benzenu petrochemicznego.
- Ze względu na powiązanie z przemysłem rafineryjnym zarówno poprzez dominujący surowiec (lekka nafta), jak i możliwość przełączania zużycia toluenu (Detol), jak i pygasu pomiędzy rynkami paliwowym i petrochemicznym, bilans rynkowy i cena benzenu powiązane są z rynkiem paliwowym.
- Zależność ta wzmocniona jest postrzeganiem benzenu jako by-productu pomimo fundamentalnej roli, jaką benzen odgrywa w przemyśle syntez chemicznych. Być może, w przyszłości, po zwiększeniu udziału w rynku benzenu produkowanego on purpose, przy oczekiwanym wyhamowaniu dynamiki produkcji paliw silnikowych, na ceny benzenu w większym stopniu zaczną oddziaływać kierunki jego konsumpcji.

Rewolucyjna chińska technologia przetwórstwa benzolu





Dziękuję za uwagę.