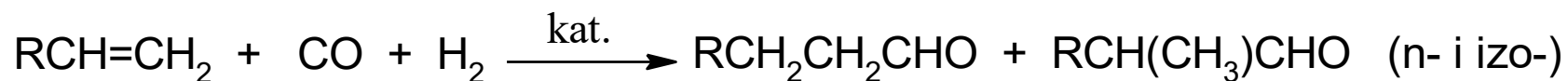




Otto Roelen (1897-1993)

SYNTEZA OKSO (HYDROFORMYLOWANIE OLEFIN)

Otto Roeln (1938, Ruhrchemie Industry w Niemczech)



$\Delta H = - (117-145) \text{ kJ/mol}$

Obecnie główne źródło aldehydów alifatycznych oraz produktów ich uwodornienia, tj. alkoholi.

Aktywność katalityczna:

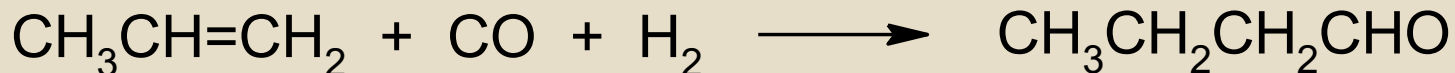
Rh	Co	Ru	Mn	Fe	Cr, Mo, W, Ni
$10^3 - 10^4$	1	10^{-2}	10^{-4}	10^{-6}	0

Surowce: alkeny C_{2-20}

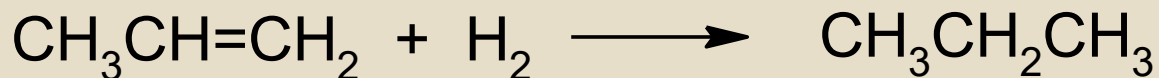
° Kierunki wielkoprzemysłowego zastosowania:

- synteza aldehydów C_3 i C_4
- synteza alkoholi C_7-C_9 z olefin C_6-C_8 (otrzymywane zwykle w procesie termicznego krakingu parafin, w wyniku oligomeryzacji etylenu lub syntetycznie, z udziałem związków glinoorganicznych). Alkohole te są surowcami do produkcji zmiękczaczy ftalowych dorównujących jakościowo, będąc przy tym tańsze, produktom otrzymywanym z 2-EH.
- synteza liniowych i pierwszorzędowych alkoholi $C_{10}-C_{18}$ z odpowiednich α -olefin; surowce do produkcji środków powierzchniowo-czynnych, np. alkilosulfonianów.

HYDROFORMYLOWANIE



$$\Delta H = -150 \text{ kJ/mol}; \Delta G = -42 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -126 \text{ kJ/mol}; \Delta G = -88 \text{ kJ/mol}$$

Alkan jest bardziej faworyzowany termodynamicznie niż aldehyd.

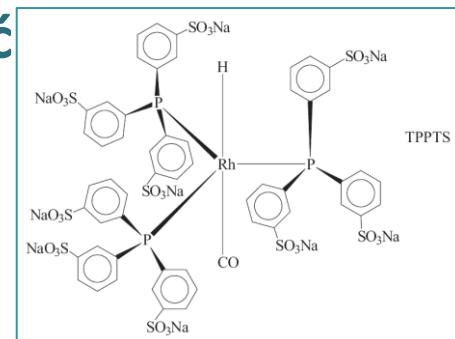
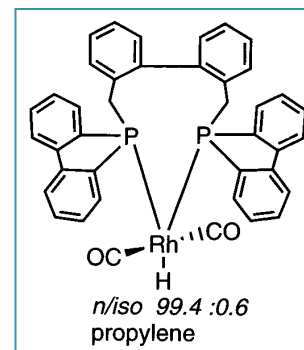
Powstawanie w nadmiarze aldehydów dowodzi, że reakcja jest kontrolowana kinetycznie.

Procesy hydroformylowania:

- ❑ Katalizowane $\text{Co}_2(\text{CO})_8$
- ❑ Katalizowane $\text{Co}_2(\text{CO})_8/\text{PR}_3$

Dominowały do początku lat 1979-tych. Są nadal wykorzystywane, gdy regioselektywność nie jest priorytetem.

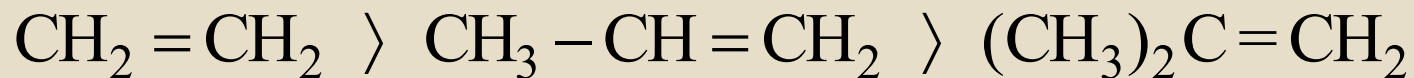
- ❑ Katalizowane $\text{HRh}(\text{CO})(\text{PR}_3)_3$ (ograniczona tylko do aldehydów $\text{C}_3\text{-C}_4$) (III generacja)
- ❑ Katalizowane kompleksami bifosfinowymi lub bifosforanowymi (IV generacja, bardzo wysoka regioselektywność)
- ❑ Bifazowe z $\text{HRh}(\text{CO})(\text{PR}_3)_3$ ($\text{R}=\text{m-C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$) (V generacja; wysoka regioselektywność prostota oddzielenia katalizatora)



Główne różnice dla poszczególnych katalizatorów:

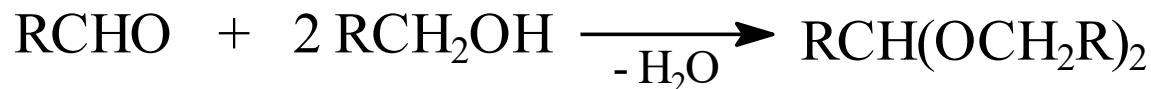
- ☐ Szybkość reakcji głównej i udział reakcji ubocznych,
- ☐ Stosunek produktu n-/izo-
- ☐ Sposoby odzysku katalizatora
- ☐ Temperatura i ciśnienie

Reaktywność alkenów w reakcji hydroformylowania:

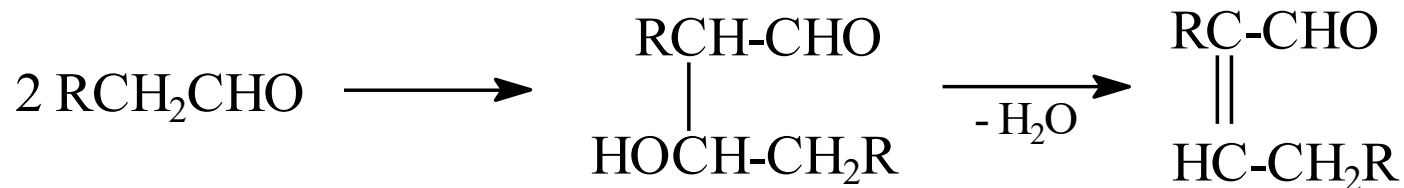


Możliwe reakcje uboczne:

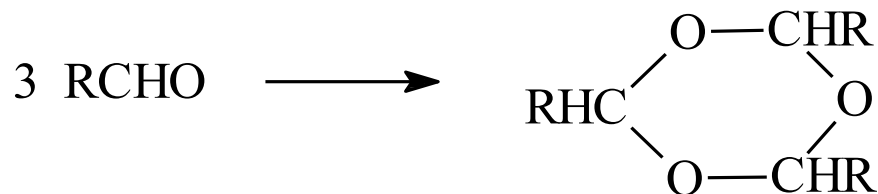
- ❑ Kondensacja alkoholi z aldehydami do wysokowrzących acetalu:



- ❑ Kondensacja aldolowa aldehydów

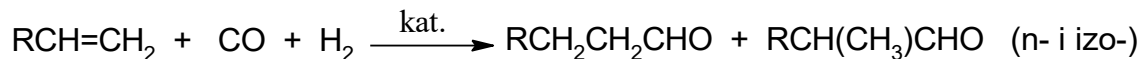


- ❑ tworzenie cyklicznych oligomerów

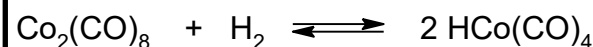
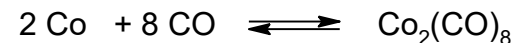


Hydroformylowanie w obecności karbonylków kobaltu

Tworzenie katalizatora następuje ze związku Co(II) w warunkach redukujących (pod wpływem H₂).



Zadawalająca trwałość karbonyliku tylko w przypadku zastosowania bardzo wysokiego ciśnienia cząstkowego tlenku węgla (20-35 MPa) w temperaturach pow. 150°C.



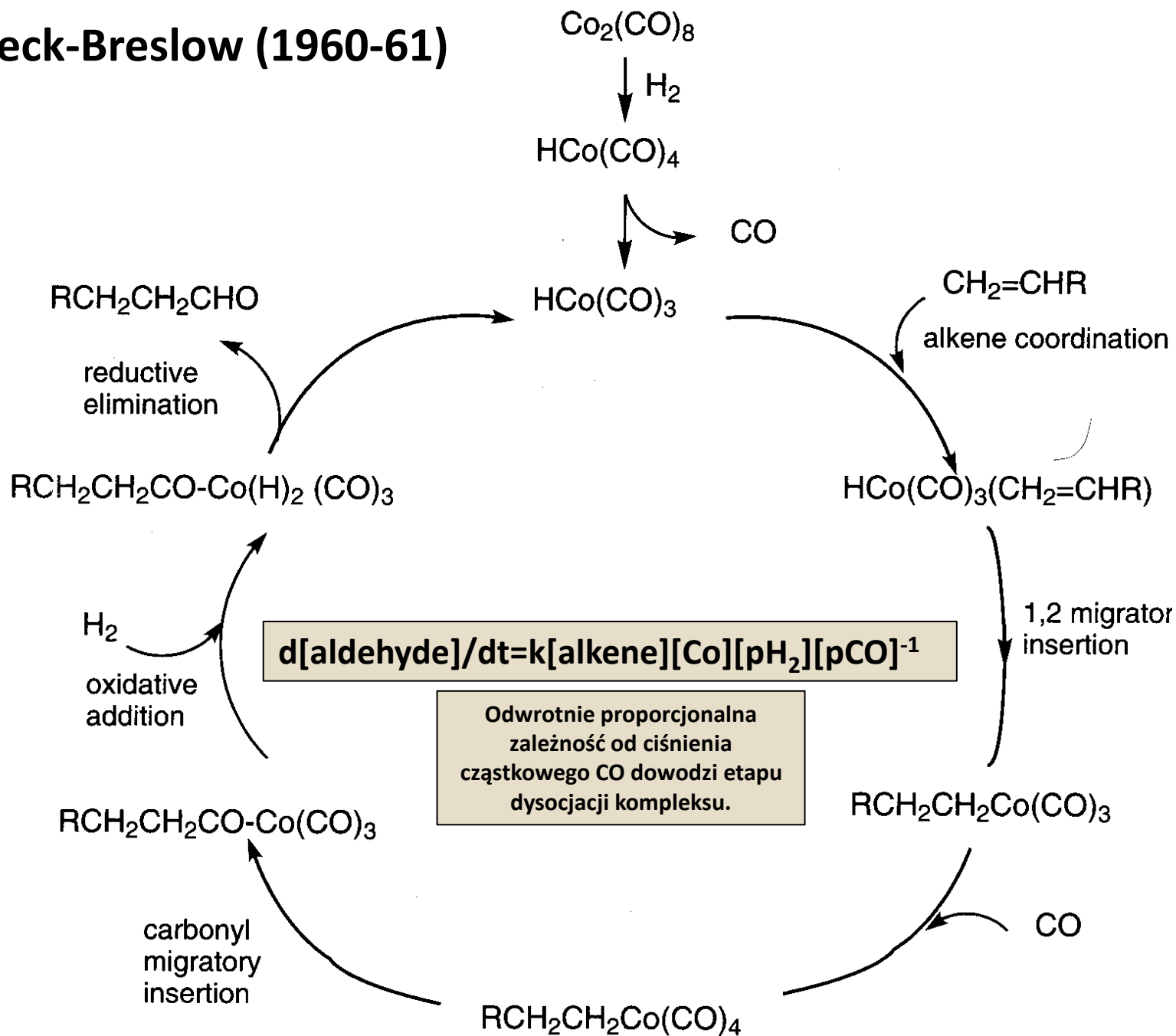
- ❑ temperatura - 110-180°C, ciśnienie - **20-35 MPa**,
- ❑ selektywność katalizatora - **stosunek n/izo aldehydów wynosi 3÷4**, czyli otrzymuje się 30-40% aldehydów rozgałęzionych,
- ❑ duża lotność HCo(CO)₄ i Co₂(CO)₈ utrudnia oddzielenie katalizatora od produktów.
- ❑ Reakcja w ciekłym propylenie lub w rozpuszczalniku; jako rozpuszczalnik jest często stosowany metylocykloheksan, może też być toluen

Reakcje uboczne:

- ❑ uwodornienie propylenu do propanu,
- ❑ kondensacja aldehydów,
- ❑ częściowe uwodornienie aldehydu do alkoholu, wskutek czego tworzą się dalsze produkty uboczne.

Surowy produkt: ok. 80% aldehydów masłowych, 10-14% alkoholi C₄ i mrówczanu butylu oraz 6-10% różnych wysokowrzących produktów ubocznych.

Heck-Breslow (1960-61)

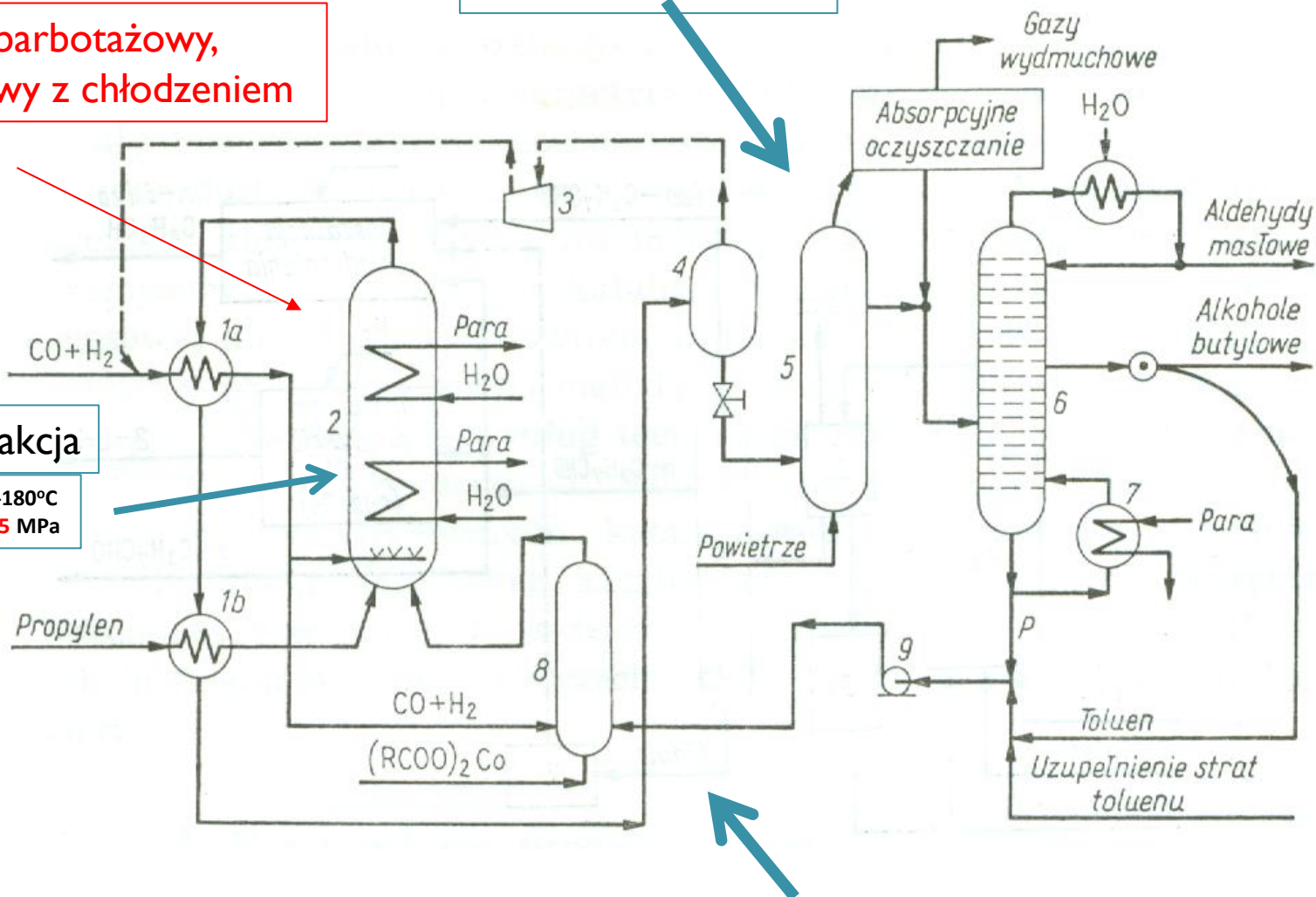


Reaktor barbotażowy,
ciśnieniowy z chłodzeniem

Rozkład katalizatora

Reakcja

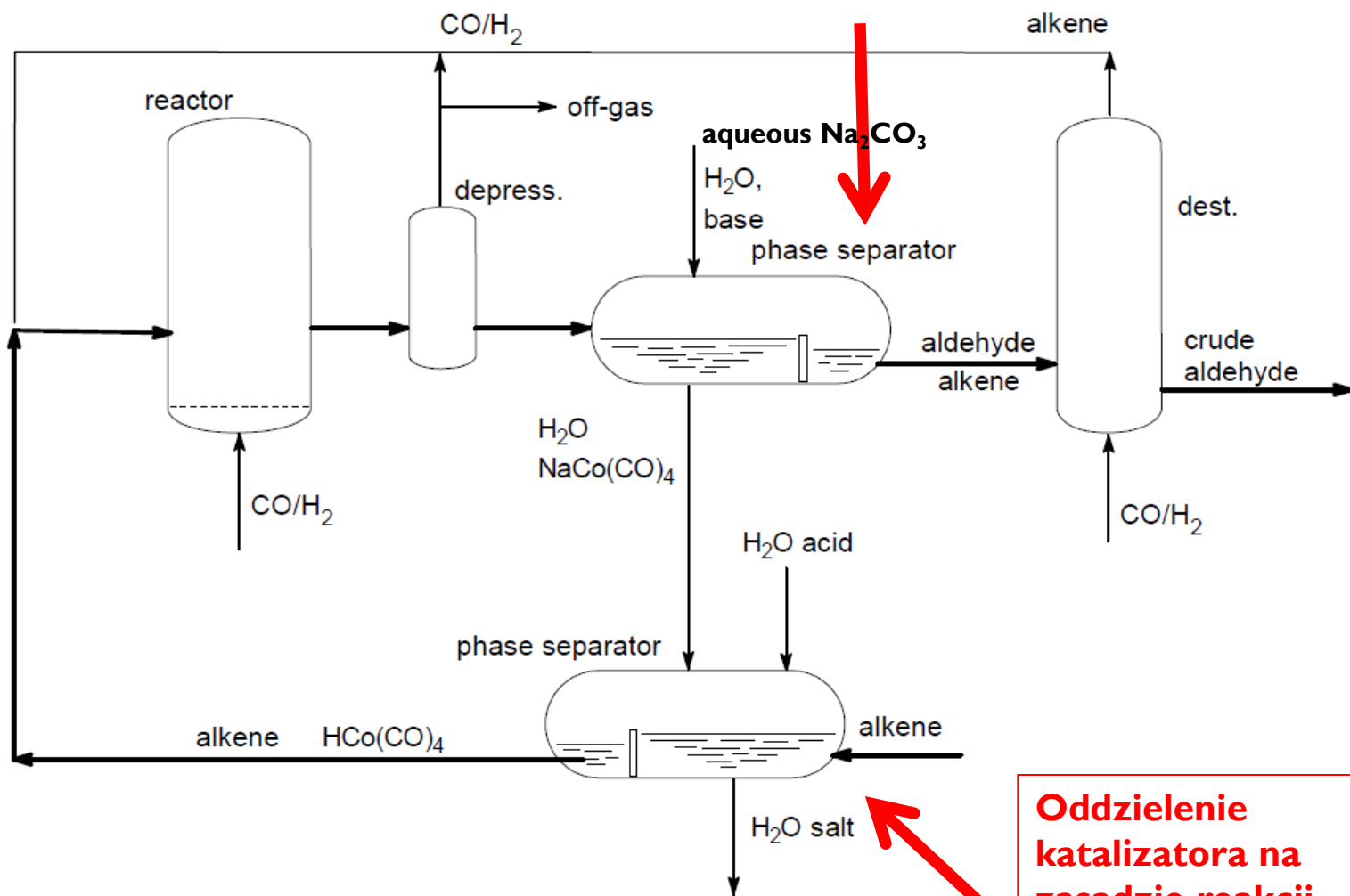
110-180°C
20-35 MPa



Wytwarzanie (regeneracja) katalizatora

Klasyczny wariant hydroformylowania olefin (BASF)

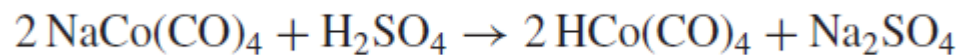
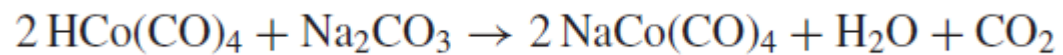
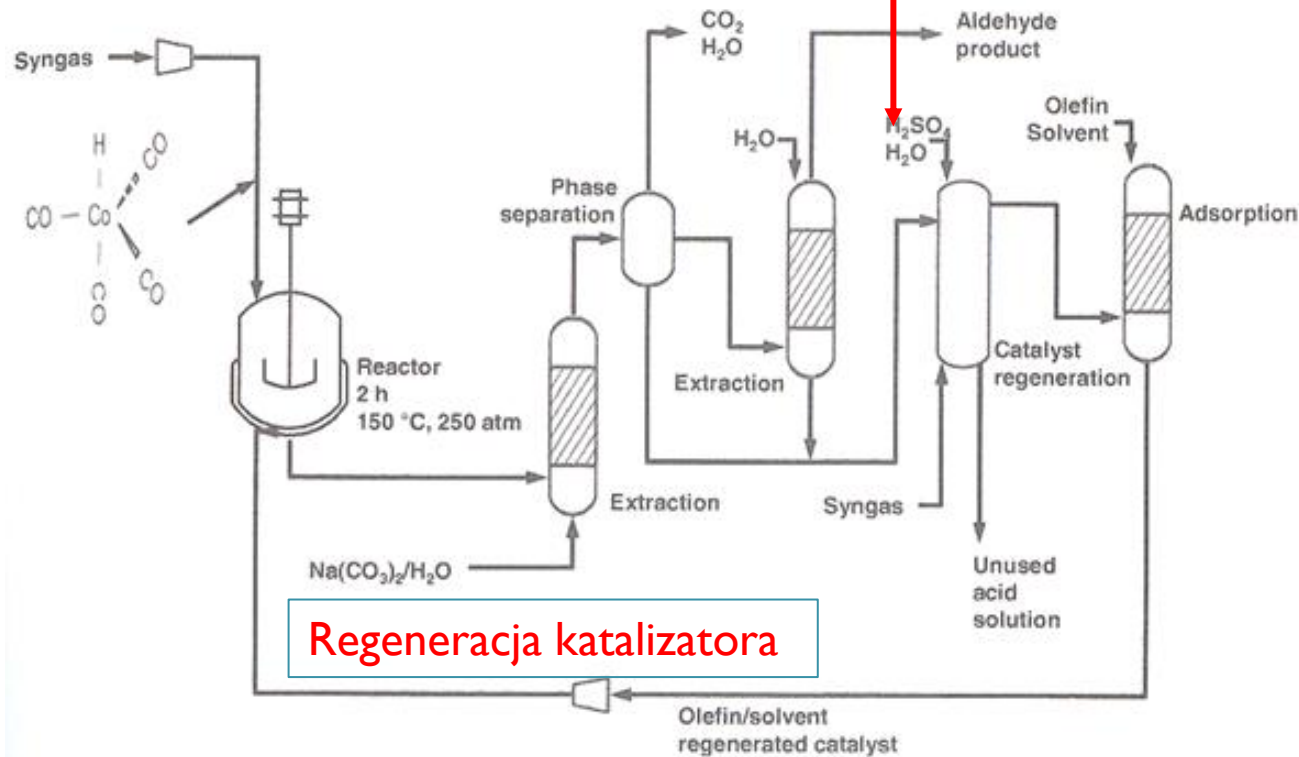
Na podstawie: Grzywa E., Molenda J., Technologia podstawowych syntez organicznych, Syntezy, t.2, WNT, Warszawa 1996.



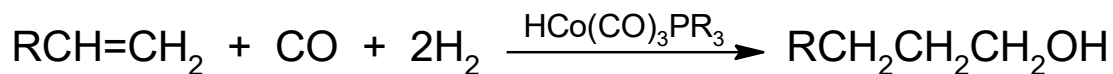
Oddzielenie katalizatora na zasadzie reakcji kwas-zasada →

Proces Kuhlmann (obecnie proces Exxon) – hydroformylowanie wyższych alkenów

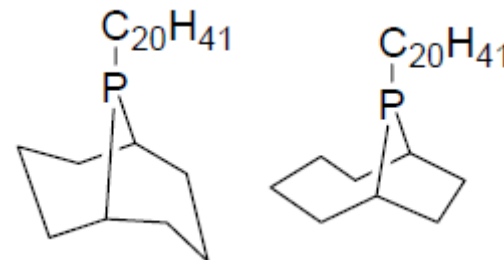
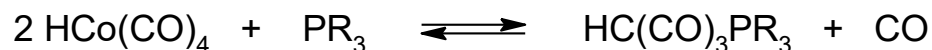
Regeneracja katalizatora



Hydroformylowanie w obecności zmodyfikowanych karbonylków kobaltu (proces Shell)



n/izo ok. 8



- ☐ katalizatory wykazują właściwości uwodorniające przez co otrzymuje się alkohole - z pominięciem węgla uwodornienia aldehydów,
- ☐ temperatura - 100-180°C, ciśnienie - 4,0-5,0 MPa,
- ☐ selektywność n/izo=8.
- ☐ mała energochłonność.

Dodatkowe zalety:

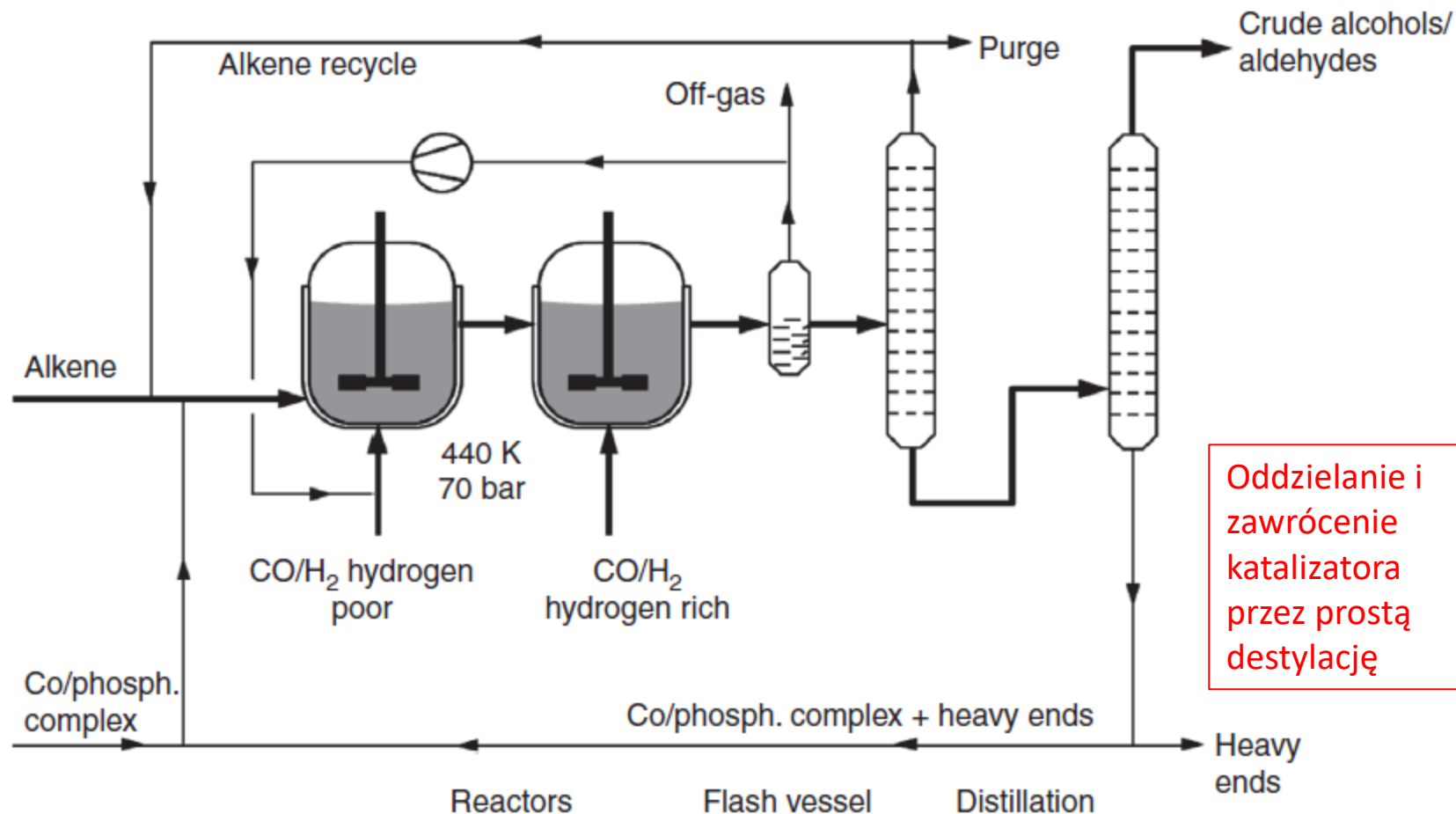
- ☐ Możliwość separacji katalizatora od produktu (alkoholu) za pomocą destylacji (większa stabilność termiczna katalizatora).

Wady:

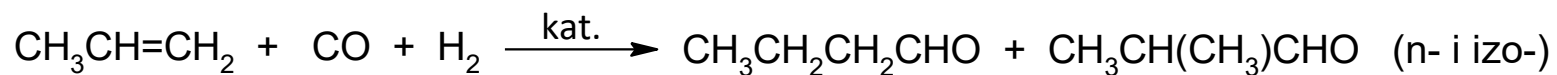
- ☐ 10-15% wyjściowego alkenu przekształca się w niepożądany alkan.

Proces wykorzystujący zmodyfikowane fosfinami karbonylki kobaltu stosowany jest jedynie przez Shell i jest ściśle powiązany z procesem Shell's Higher Olefins Process (SHOP) służącym do wytwarzania liniowych alkoholi na potrzeby detergentów. Szczegóły procesu nigdy nie zostały opublikowane.

Schemat procesu Shell



Hydroformylovanie w obecności $\text{HRh}(\text{CO})_3\text{PR}_3$ (proces Union Carbide)



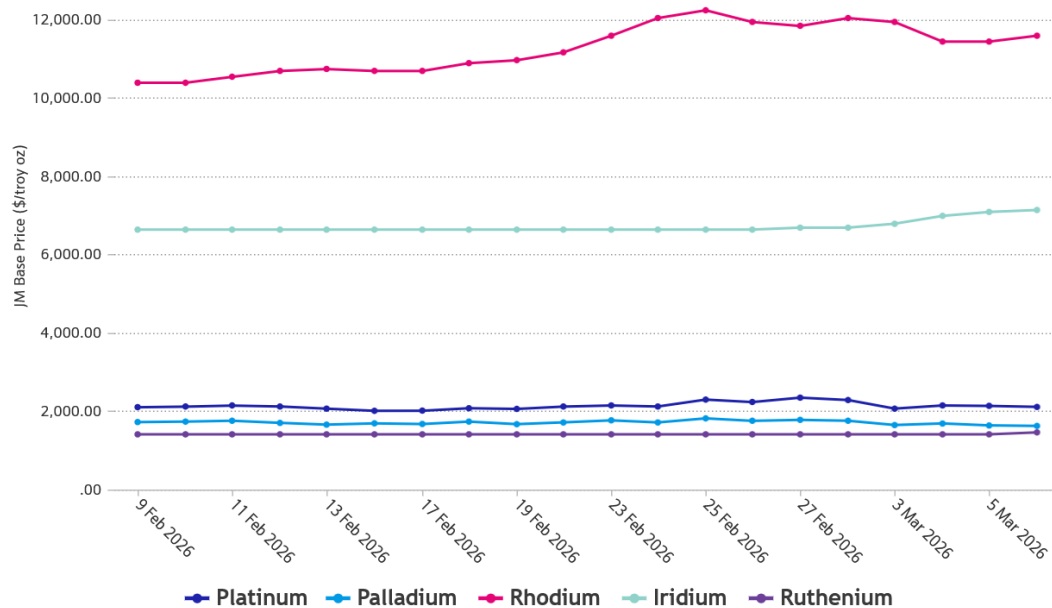
Bezwzględnie konieczna całkowita regeneracja katalizatora!!!!
Cena rodu ok. 2000 razy wyższa od ceny kobaltu.

Prices for transition metals (€ per mol; updated March 2011)

Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
0.97	1.53	0.12	0.22	0.55	2.50	1.15	0.47
Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag
58	2.29	3.17	—	342	5436	1942	72
Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au
35	69	2.84	773	2823	2729	8117	6371

Metal	Current price (\$/troy oz)
☒ ● Platinum	2,127.00
☒ ● Palladium	1,640.00
☒ ● Rhodium	11,600.00
☒ ● Iridium	7,150.00
☒ ● Ruthenium	1,475.00

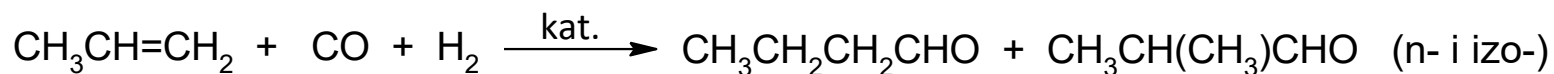
Last update : 06 Mar 2026/New York



Platinum average: \$2152,40
Palladium average: \$1727,70
Rhodium average: \$11 272,50
Iridium average: \$6727,50
Ruthenium average: \$1427,50

<http://www.platinum.matthey.com/prices/price-tables>

Hydroformylowanie w obecności $\text{HRh}(\text{CO})_3\text{PR}_3$ (proces Union Carbide)



Kompleks $\text{HRh}(\text{CO})_3\text{PR}_3$ ulega rozkładowi w wyższej temperaturze, co ogranicza zastosowanie procesu Union Carbide praktycznie wyłącznie do otrzymywania aldehydów masłowych!!!

Warunki hydroformylowania w obecności $\text{HRh}(\text{CO})_3\text{PR}_3$

- ☐ temperatura - 20-100°C,
- ☐ ciśnienie - 2-7 MPa,
- ☐ bardzo aktywny i selektywny katalizator,
- ☐ Ligandem fosfinowym w modyfikowanych katalizatorach rodowych jest najczęściej trifenylfosfina
- ☐ **stężenie katalizatora <0,0005%;** roztwór katalizatora zawiera znaczny nadmiar trifenylfosfiny. Wpływa to korzystnie na tworzenie się aldehydu normalnego,
- ☐ **selektywność n/izo - 10:1**

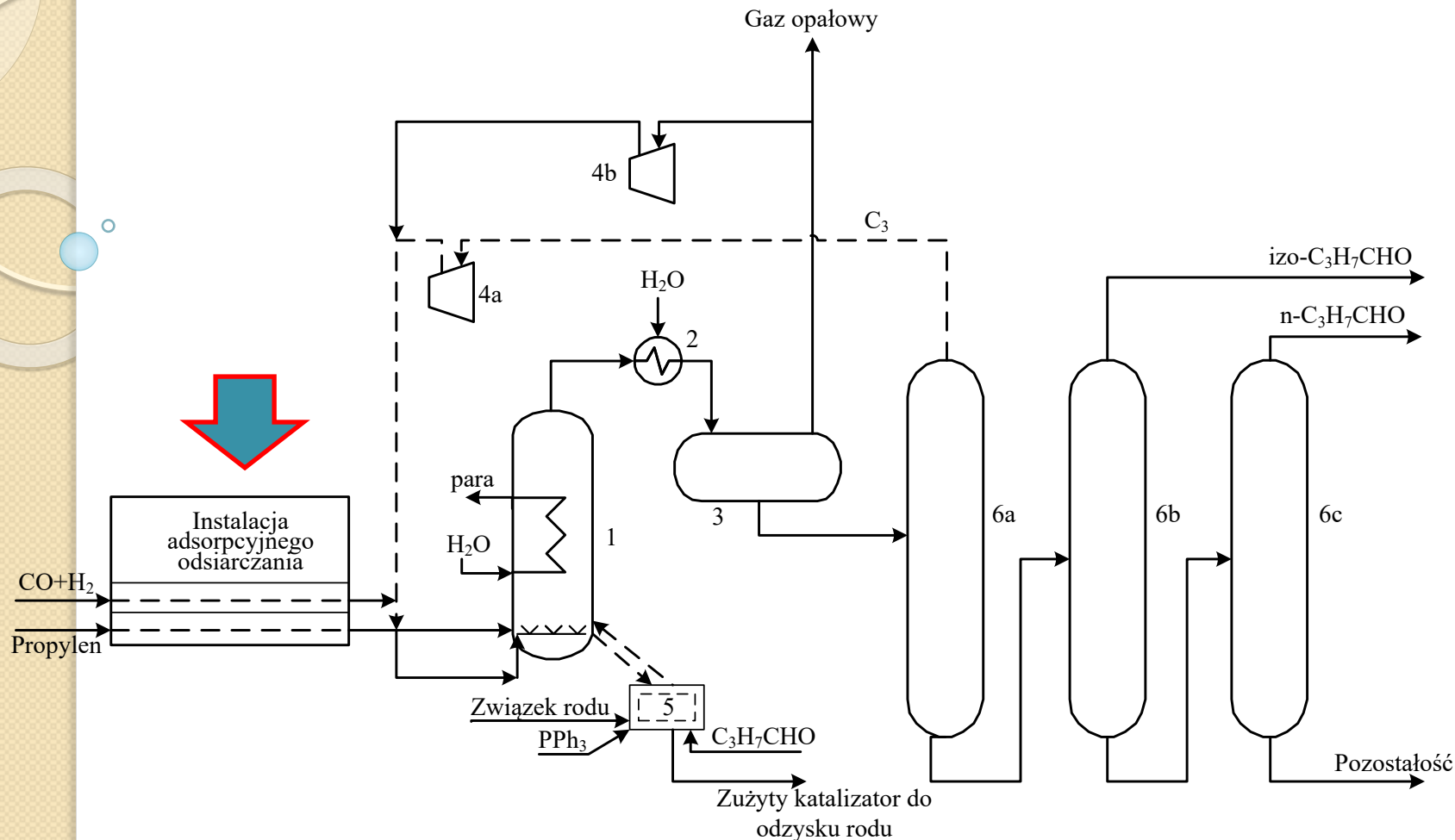
Instalacja produkująca aldehydy masłowe według technologii Union Carbide pracuje w Zakładach Azotowych „Kędzierzyn” w Kędzierzynie-Koźle od 1986 r.

Dodatkowe zalety:

- ☐ bardzo mało produktów ubocznych. Udział węglowodorów w produktach wynosi 2-5%,
- ☐ mała energochłonność.

Wady procesu:

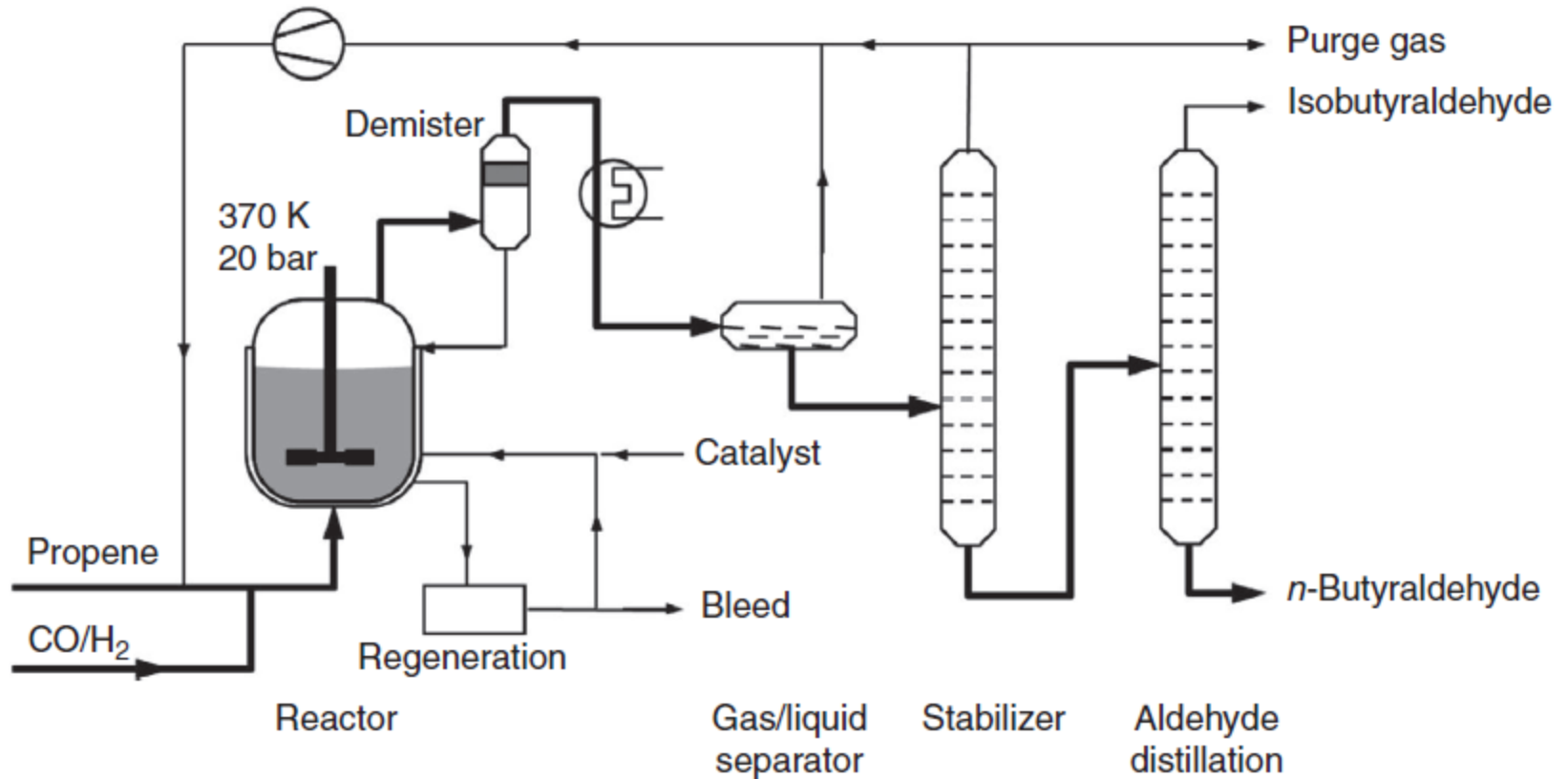
- ☐ konieczna całkowita regeneracja katalizatora; rod jest droższy od złota,
- ☐ niezbędne dokładne oczyszczenie surowców ze związków siarki.



**Katalizator nie opuszcza instalacji. Produkt jest oddestylowywany.
Odzysk katalizatora po ok. 7 latach przez specjalistyczne firmy**

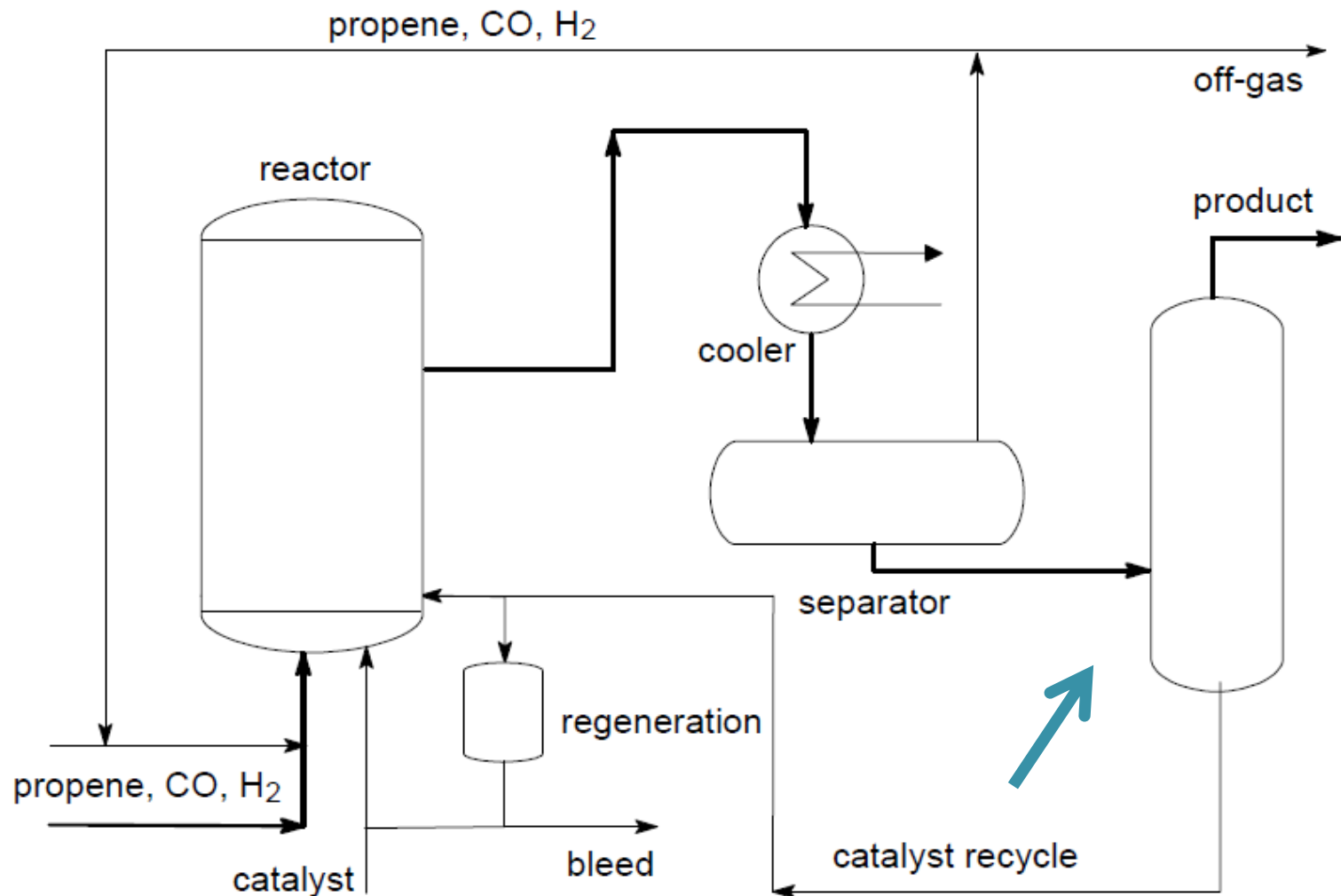
1- reaktor hydroformylowania, 2- skraplacz, 3- separator, 4a – sprężarka cyrkulującego gazu bogatego w propylen, 4b – sprężarka produktów gazowych z separatora (CO , H_2), 5 – pracująca периодически instalacja wytwarzania prekursora katalizatora i zateżniania zużytego katalizatora, 6a – kolumna odpędowa, 6b,c – kolumny rektyfikacyjne

Union Carbide (LPO process)

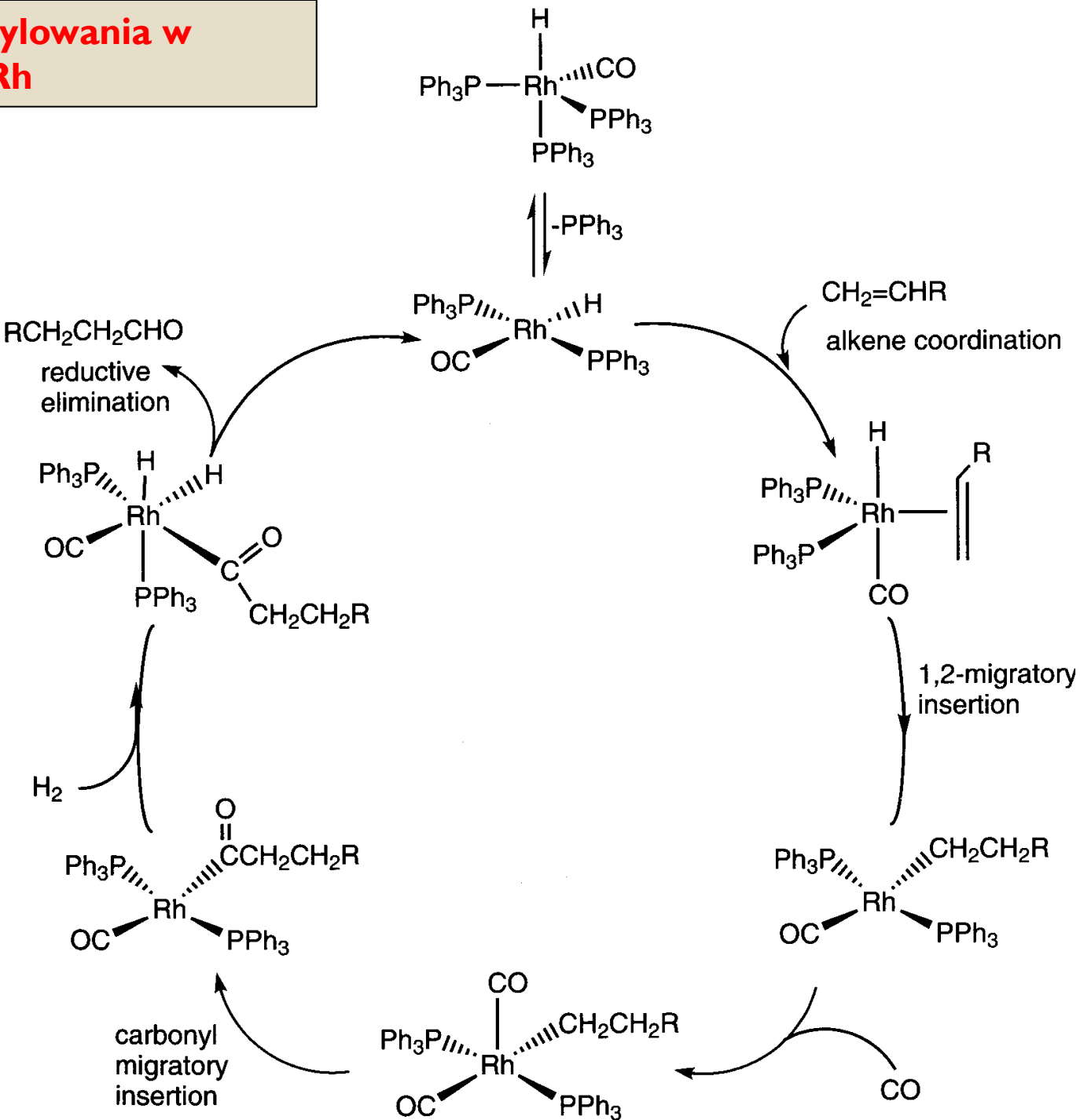


Moulijn J.A., Makkee M., Van diepen A. E.,
Chemical Process Technology, Wiley, 2013.

Schemat procesu Union Carbide (LPO process) z izolacją produktu w fazie ciekłej

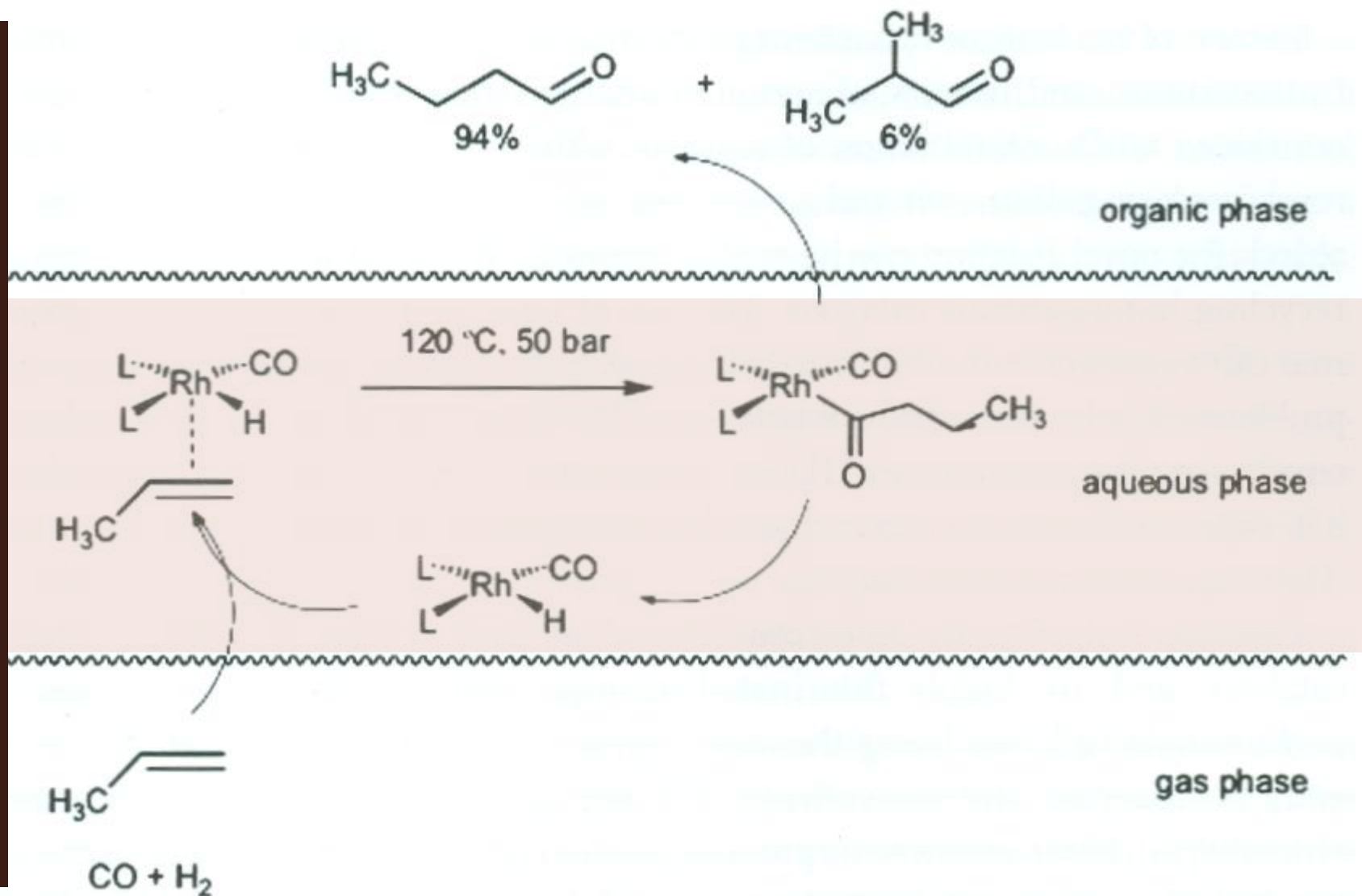


Mechanizm hydroformylowania w obecności kompleksu Rh

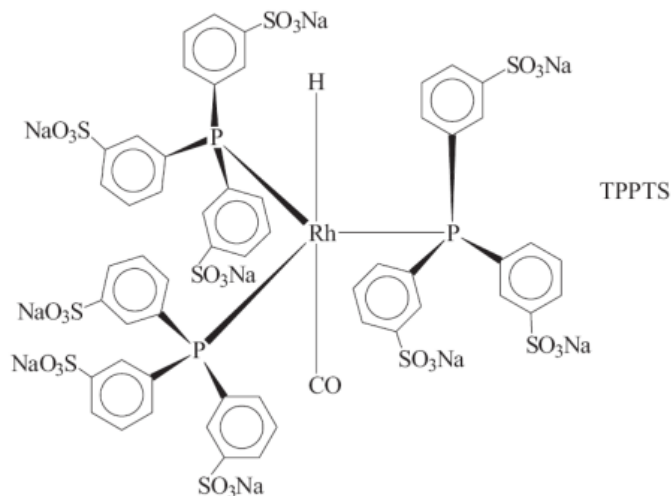


Hydroformylovanie propylenu według technologii Ruhrchemie/Rhône-Poulenc

Układ trójfazowy



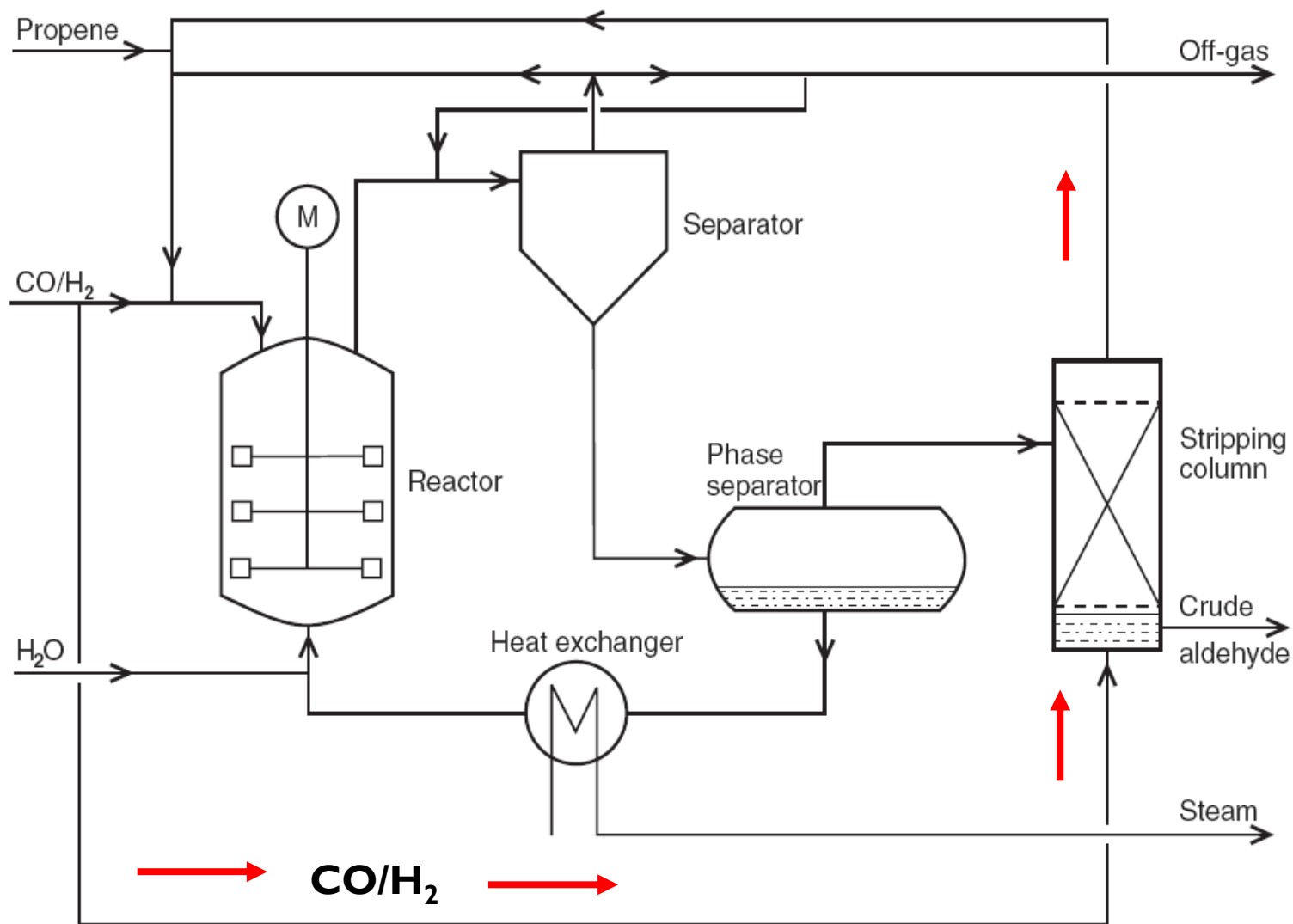
Technologia Ruhrchemie/Rhône Poulenc



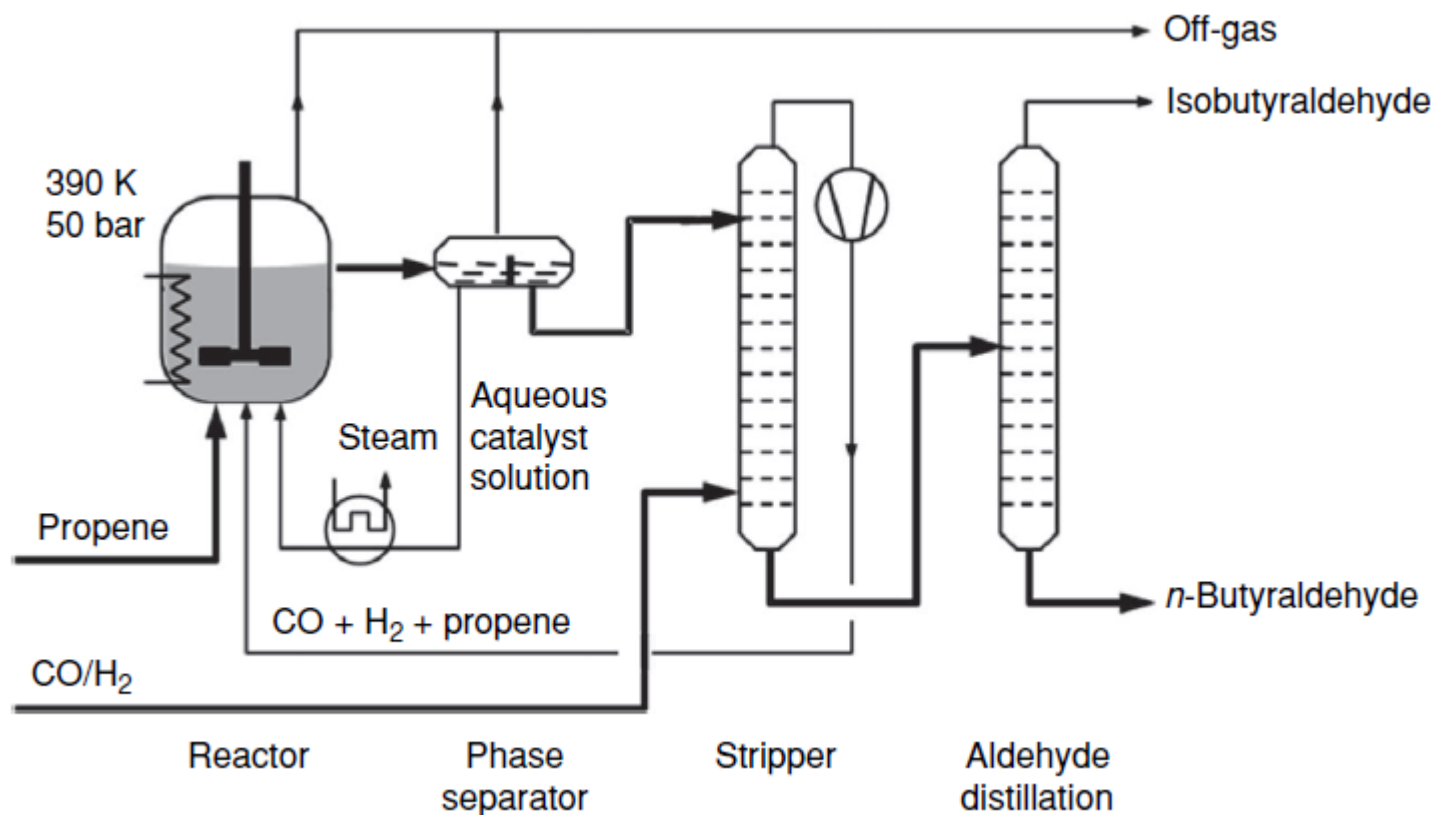
Instalacja 300000 t/r pracuje w Oberhausen w Niemczech

- ☐ Hydroformylowanie w fazie wodnej.
- ☐ Rozpuszczalność propylenu w wodzie jest wystarczająca by zapewnić akceptowalną szybkość reakcji. Wymagane wyższe ciśnienie w porównaniu do procesu z $\text{HRh}(\text{CO})(\text{PPh}_3)_3$.
- ☐ Użycie buforu fosforanowego (Na_2HPO_4) zapewnia kontrolę pH.
- ☐ Łatwy odzysk katalizatora. Aldehydy tworzą łatwą do oddzielenia warstwę organiczną.
- ☐ Straty rodu rzędu ppb; przez 10 lat wyprodukowano 2 mln ton aldehydu n-maślowego, a straty rodu wyniosły tylko ok. 2 kg.
- ☐ Udział uwodornienia olefin poniżej 2%
- ☐ Proces możliwy do zastosowania również do długołańcuchowych olefin.

Hydroformylowanie propylenu metodą Ruhrchemie/Rhône Poulenc



Hydroformylovanie propylenu metodą Ruhrchemie/Rhône Poulenc



Moulijn J.A., Makkee M., Van diepen A. E.,
Chemical Process Technology, Wiley, 2013.

HYDROFORMYLWANE

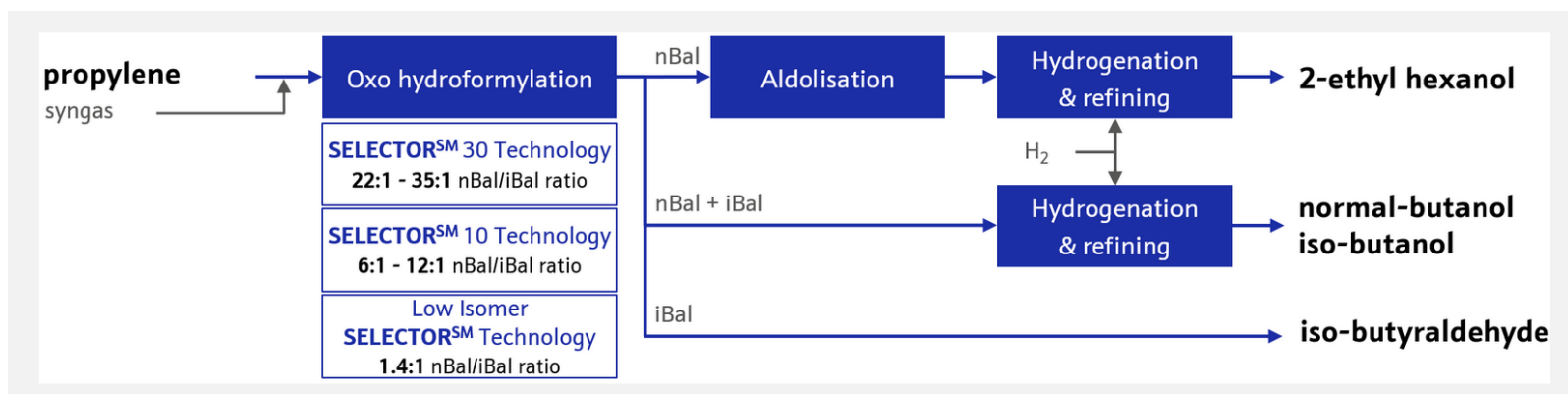
Table 13.1 Reaction parameters and *n/iso* ratio obtained with different catalysts

Catalyst (active form)	Reaction parameters	(<i>n/iso</i>) ratio maximum
$\text{Co}_2(\text{CO})_8$ $[\text{HCo}(\text{CO})_4]$	Pressure 200–300 bar Temp. 110–160°C Cat. concentration* 0.1–1.0	3:1
$\text{Co}_2(\text{CO})_8/\text{PR}_3$ R = <i>n</i> -Bu and similar groups	Pressure 50–100 bar Temp. 160–200°C Cat. concentration* 0.6	7:1
$\text{HRh}(\text{CO})(\text{PPh}_3)_3$	Pressure 15–25 bar Temp. 80–120°C Cat. concentration* 0.01–0.05	16 :1
$\text{HRh}(\text{CO})(\text{PR}_3)_3$ R = <i>m</i> C ₆ H ₄ SO ₃ Na	Pressure 40–60 bar Temp. 110–130°C Cat. concentration* 0.001–1	19:1

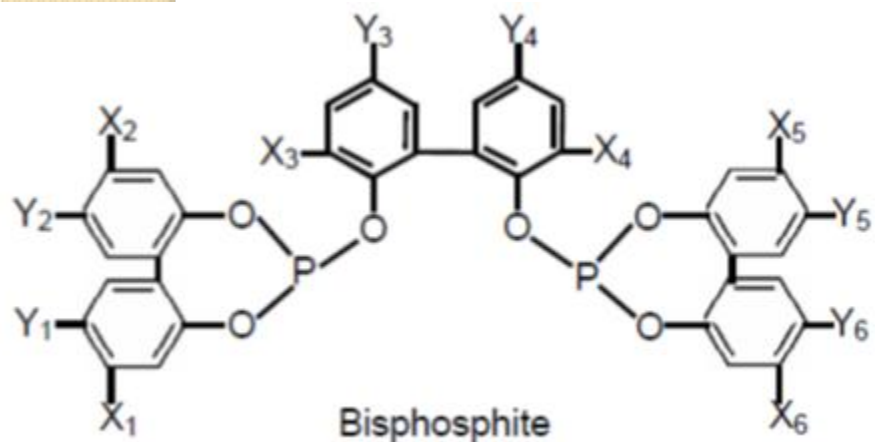
Porównanie procesów hydroformylowania

Catalyst	Rh/phosph.	Rh/phosph., water soluble	HCo(CO) ₄	Co/phosph.
Pressure (bar)	20	50	200	70
Temperature (K)	370	390	410	440
Alkene	only terminal	only terminal	also internal	also internal
	C ₃ , C ₄	C ₃ , C ₄	C ₁₀₊	C ₁₀₊
Product	aldehyde	aldehyde	aldehyde	alcohol
Linearity (%)	70–95	95	60–80	70–90
Alkane by-product (%)	0	0	2	10–15
Metal deposition	no	no	yes	yes
Heavy ends	little	little	yes	yes
Poison sensitivity	high	high	low	low
Relative metal costs	1000	1000	1	1
Ligand costs	high	high	low	high
Company	Union Carbide Davy Powergas Johnson Matthey	Ruhrchemie/ Rhône-Poulenc	Kuhlmann (now Exxon Mobil)	Shell

LP OxoSM Technology, from Johnson Matthey and Dow Global Technologies, LLC, is the world's leading process to manufacture oxo alcohols and butyraldehyde from olefins.



Bisphosphite-Modified Rhodium Catalyst (Union Carbide)



Kolejna generacja katalizatorów

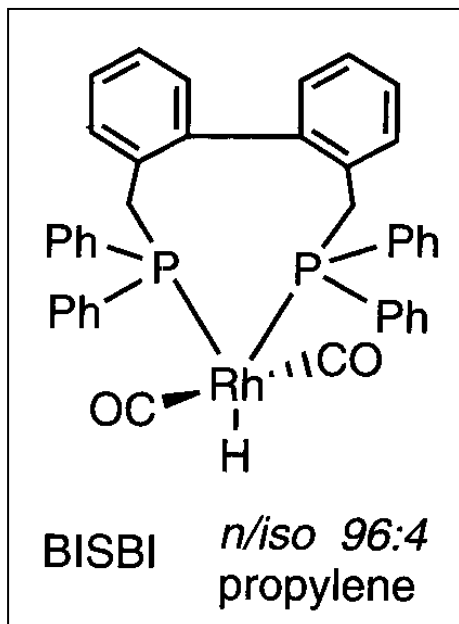
The first commercial plant was built by **Union Carbide** at St. Charles, Louisiana, U.S.A; 136,000 t/year of butanol from propylene. **Production started in 1995. Concentration of the catalyst was set at about one third of that for a TPP-modified catalyst system, and the operating temperature of the catalyst and the reaction pressure were reduced.**

The **Dow Chemical Company** today operates two plants at the St. Charles site employing the LP OxoSM Process using LP OxoSM SELECTORSM Technology, using a proprietary bisphosphite-modified rhodium catalyst.

Other recent successful LP OxoSM SELECTORSM Technology start-ups in Asia include:

- **In 2007 Davy Process Technology** granted a license to a Chinese company for a plant for producing approximately 250,000 tonnes per annum in total of 2EH and normal plus *iso*-butanols employing „SELECTORSM 10” Technology. This is one of the largest LP OxoSM plant in Asia.
- **Tianjin Soda Plant and Lihuayi Group (China)** – Tianjin Soda and Lihuayi Group both selected LP OxoSM SELECTORSM Technology for new 250 kta facilities, each to produce 140 kta 2-ethyl hexanol, 85 kta normal butanol and 24.4 kta iso-butanol, both of which **came on-stream in 2010**.
- **Andhra Petrochemicals Limited (India)** – Andhra Petrochemical Limited's LP Oxo facility is the only producer of oxo-alcohols in India. The company elected to retrofit and expand their existing LP OxoSM plant to use **SELECTOR 30** Technology to produce up to 73 kta of 2-ethylhexanol, n-butanol and isobutanol. **They restarted this expanded facility in 2010**.
- **NanYa Plastics (Taiwan)** – LP OxoSM SELECTORSM 30 Technology using the NORMAXTM Catalyst was selected by NanYa Plastics, a subsidiary of Formosa Plastics Group in Taiwan, to retrofit and expand its existing LP Oxo SELECTOR 10 facility, increasing production capacity of 2-ethylhexanol (2EH) to 200,000 metric tons per year. **The SELECTOR 30 Technology enabled an increase in the normal-to-iso-butyraldehyde selectivity ratio to more than 30:1, which reduced propylene usage to 2EH by over 6 percent.** This expanded facility also came on stream in 2010.

Nowe katalizatory bifosfinowe (BISBI) (Kodak)



Dodatkowa literatura:

- ❑ **Platinum Metals Rev., 2007, 51, (3), 116–126**
(<http://www.platinummetalsreview.com/article/51/3/116-126/>)
- ❑ **Platinum Metals Rev., 2007, 51, (4), 164–171**
(<http://www.platinummetalsreview.com/article/51/4/164-171/>)

**W 1998 r. zdolność produkcyjna
produktów okso syntezy wynosiła 9,3 mln
ton.**

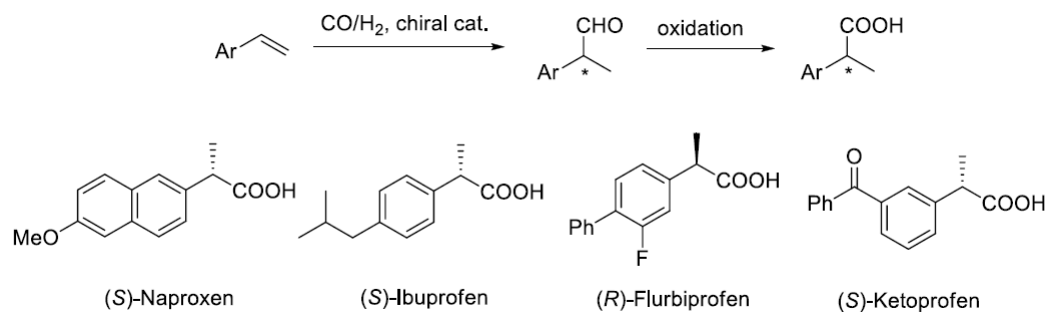
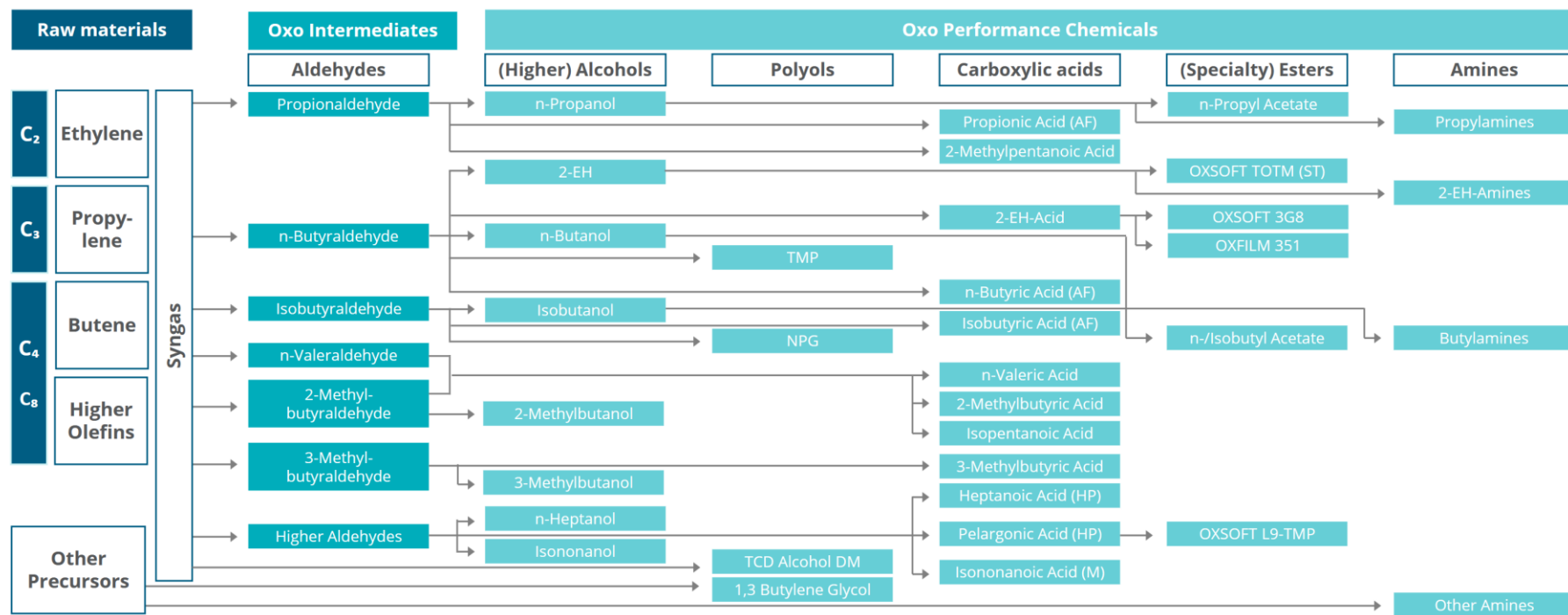


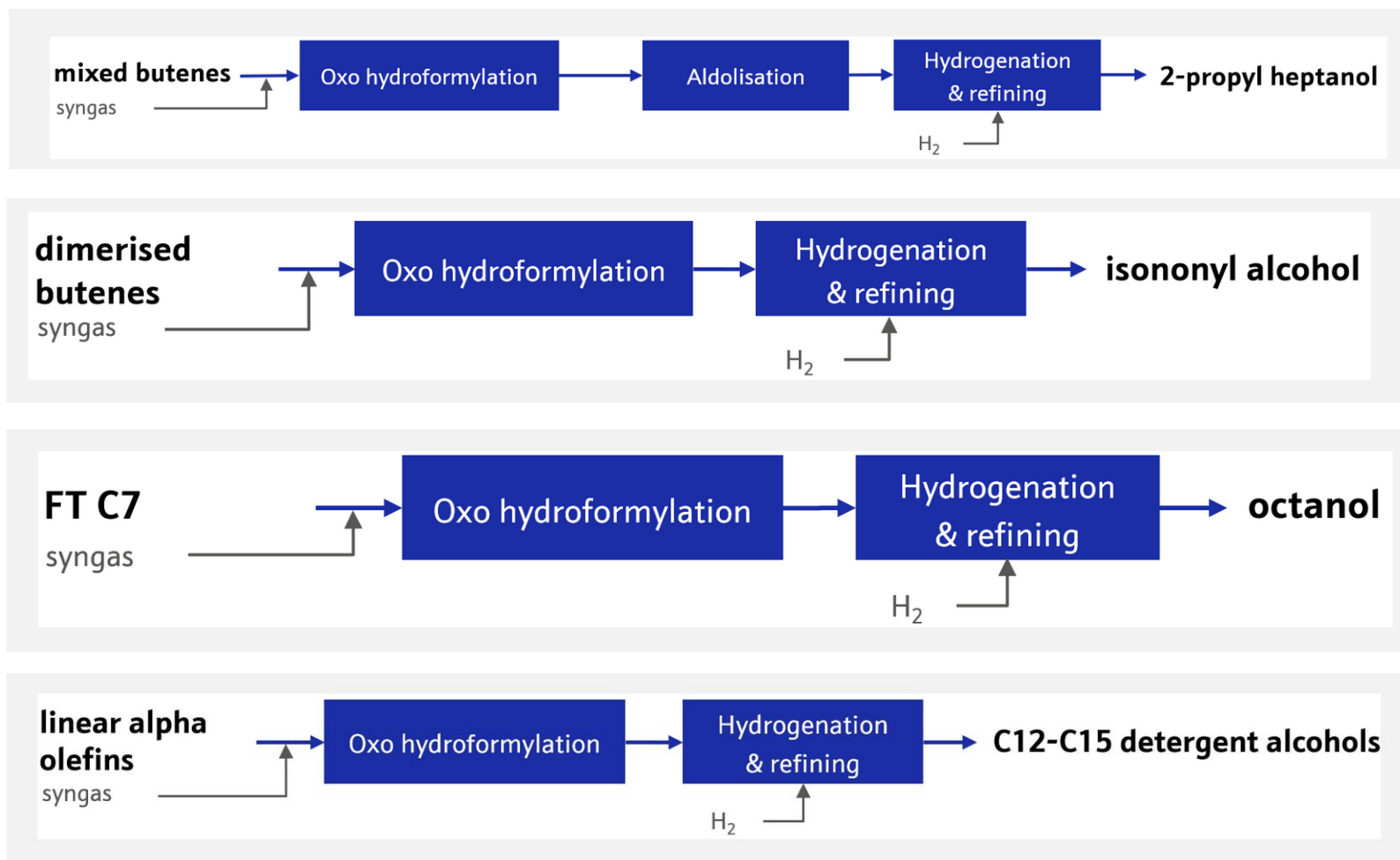
2-Ethylhexanol plant built by Sinopec Qilu Petrochemical Co. Ltd., China, employing the LP OxoSM Process



Oxo/Syngas complex at the Verbund site Kuantan, Malaysia

Substrat	Produkt	Zastosowanie
Etylen	alkohol n-propylowy kwas propionowy	rozpuszczalniki, farby drukarskie, środki konserwujące dla zbóż, produkty chemiczne dla rolnictwa
Propylen	alkohole masłowe, aldehydy masłowe, oktanole (2-etyloheksanol)	rozpuszczalniki, farby, środki adhezyjne, plastyfikatory, produkty chemiczne dla rolnictwa
Buteny	alkohole C ₅	smary, substancje przeciwstukowe do paliw, dodatki do olejów, środki flotacyjne dla metali, plastyfikatory
Penteny	alkohole C ₁₀ alkohole C ₆	plastyfikatory, dodatki do olejów,
Hekseny	aldehydy C ₇	plastyfikatory, substancje zapachowe
Olefiny C ₇ -C ₁₁	alkohole C ₁₂ -C ₂₀	plastyfikatory
Olefiny C ₁₁ -C ₁₉	alkohole C ₁₂ -C ₂₀	detergenty





<https://matthey.com/products-and-markets/chemicals/speciality-chemicals/oxo-alcohols-process>

OXEA (dawniej OQ chemicals), one of the world's largest suppliers of oxo chemicals, offers its customers worldwide a well-matched product portfolio along the entire value chain.



OQ Chemicals in our daily lives: Automotive vehicles

Outside

- ① Butyraldehyde, Oxsoft 3G8: **PVB safety glass liner**
- ② Butyl Acetate: **Automotive top-coat systems**
- ③ Trimethylol Propane: **UV car coatings**
- ④ Neopentyl Glycol: **Aluminum rims powder-coatings**
- ⑤ 2-Ethylhexanoic Acid, Di-n-Butylamine: **Vulcanized rubber, adhesion promoters in tires**
- ⑥ Butanol: **Acrylic water-based coatings**

Inside of vehicle interior

- ⑦ TCD Alcohol DM: **Touchscreen displays**
- ⑧ DOTP: **Upholstery, seats, mats**
- ⑨ 2-Ethylhexanoic Acid: **PU foam for dashboards and seats**

Engine compartment

- ⑩ Isononanoic-, 2-Ethylhexanoic Acids: **Synthetic lubricants**
- ⑪ 2-Ethylhexanoic Acid: **Coolants**
- ⑫ 2-Ethylhexanol: **Cetane improver in diesel fuel**



Average of approx. **7.5 kg** of OQ chemicals in a car



OQ Chemicals in our daily lives: Modern living

Household

- ① Valeric, Heptanoic, Isononanoic Acids: **Refrigeration system lubricants**
- ② Propanol: **Disinfectants**
- ③ Neopentyl Glycol: **Appliance coatings**
- ④ Pelargonic Acid: **Detergents**
- ⑤ 2-Ethylhexanoic, Isononanoic Acids: **PU flexible foams**
- ⑥ 2-Ethylhexylamine: **Home pest control**
- ⑦ Oxsoft TOTM: **Cables**
- ⑧ TCD Alcohol DM: **Glass fiber, Blu-ray**
- ⑨ Pelargonic Acid: **Auxiliary in food production**

Cosmetics

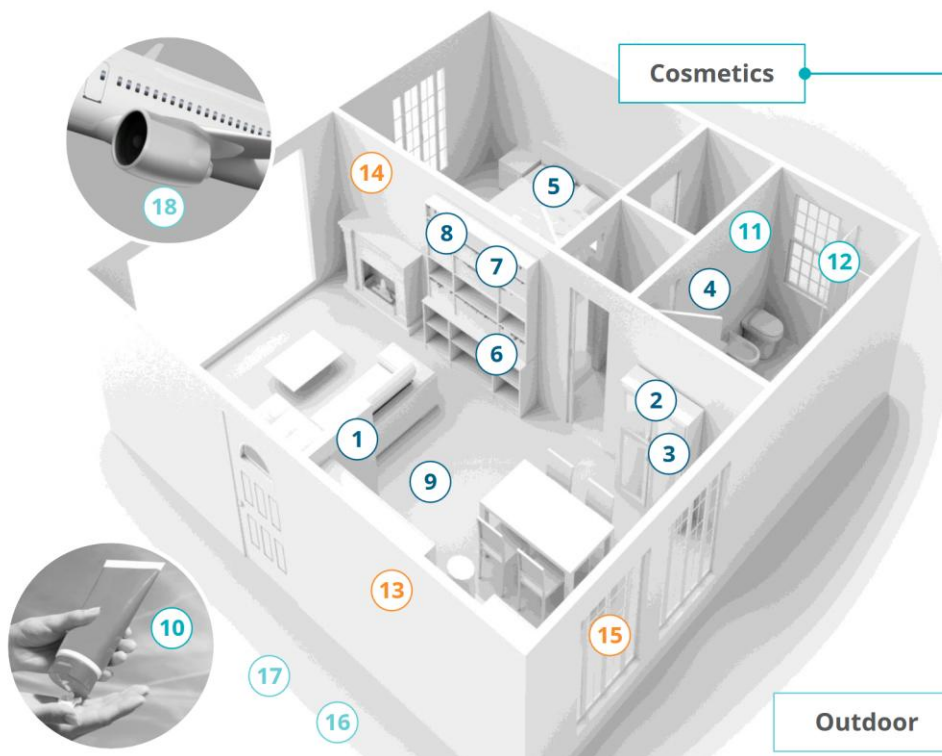
- ⑩ 2-Ethylhexanoic, Isononanoic Acids: **Sun care products**
- ⑪ 1,3-Butylene Glycol: **Skin cream**
- ⑫ Propionaldehyde, Isovaleraldehyde, Heptanol, Isononanol, Undecanal: **Perfume and fragrances**

Buildings

- ⑬ n-Butanol: **Exterior architectural paints**
- ⑭ 2-Ethylhexanoic Acid: **Interior architectural paints**
- ⑮ 2-Ethylhexanoic, Isononanoic Acids: **PVC window frames**

Outdoor

- ⑯ Pelargonic Acid: **Garden Herbicides**
- ⑰ Isobutyraldehyde: **Garden fertilizers**
- ⑱ Valeric-, Isononanoic, Heptanoic Acids: **Jet turbine lubricants**



The world largest 2-Ethylhexyl alcohol manufacturer now is Sinopec with the capacity of 361 000 t/y. The total production capacity of top 10 manufacturers is 2 202 000 kmt/y.

Table 2-2 Global top 10 manufacturers of 2-Ethylhexyl alcohol kmt/y

No.	Company	Capacity
1	SINOPEC	360
2	Oxea Group	300
3	LG Group	265
4	BASF	263
5	Eastman Chemical Company	252
6	Formosa Plastics Group	190
7	Kedzierzyn Nitrogen Works	170
8	Mitsubishi Chemical Corporation	146
9	Gazprom	131
10	Perstorp	125
	All others	1128
	TOTAL	3330



According to SRI statistical data [3], the production capacity of world 2-ethylhexyl alcohol is 3 330 000/yr, the output is 2 869 000 kmt/yr, the operating rate is 86.2% and the apparent consumption is 2 869 000 kmt/yr in 2010.

According to SRI statistics, the world largest n-butyl alcohol manufacturer now is BASF with the production capacity of 649 000 t/y. The total production capacity of top 10 manufacturers is 2 775 000 t/y.

Table 2-1 Global top 10 manufacturers of n-Butyl Alcohol kmt/y

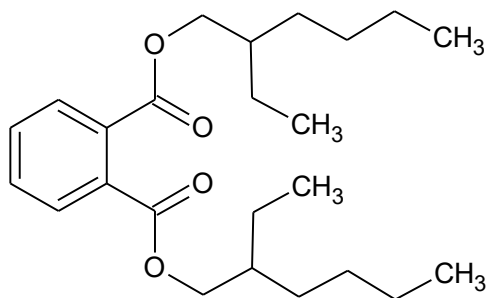
No.	Company	Capacity
1	BASF	649
2	Dow Chemical Company	526
3	Oxea Group	280
4	Formosa Plastics Group	250
5	Eastman Chemical Company	247
6	CNPC	195
7	Petronas	190
8	Sasol Limited	188
9	Sasol Limited	130
10	SINOPEC	120
	All Others	793
	TOTAL	3568

According to SRI forecast [3], the production capacity of world n-butyl alcohol will be 4517000 tons/year, the output will be 3,824,000 tons/year, the operating rate will be 84.7% and the consumption will be 3824000 tons/year in 2015. The production capacity of world n-butyl alcohol in 2020 is preliminarily predicted as 4727000 tons/year and the quantity demanded is 4233 000 kmt.

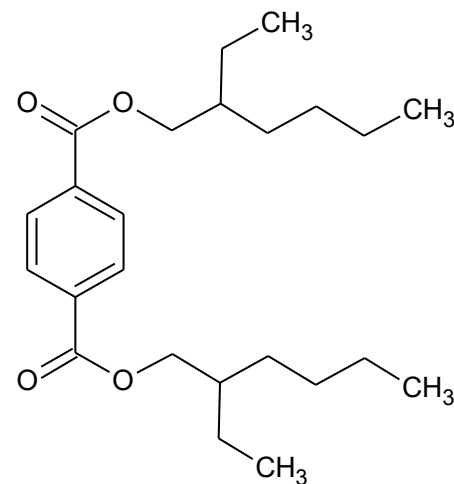
Najważniejsze kierunki wykorzystania produktów syntezy okso

- ❑ n-Butanol - rozpuszczalnik farb i lakierów, plastifikator (w postaci ftalanu dibutyłu).
- ❑ Estry butanolu z kwasami karboksylowymi (octowym, masłowym, walerianowym, glikolowym i mlekowym) dobrze rozpuszczają tłuszcze, smary, oleje, woski, żywice naturalne i tworzywa sztuczne.
- ❑ **produkcja 2-etyloheksanolu (plastyfikatory estrowe)**

dawniej



obecnie



Produkty Okso syntezy i ich dalszego przerobu produkowane w Zakładach Azotowych w Kędzierzynie Koźlu

- ☐ Alkohole oxo, stosowane do produkcji plastyfikatorów, służące także jako dodatki do olejów oraz rozpuszczalniki w przemyśle farb i lakierów.
- ☐ 2-etyloheksanol
- ☐ izobutanol
- ☐ n-butanol
- ☐ Plastyfikatory (ftalany) stosowane w przemyśle tworzyw sztucznych oraz w przemyśle farb i lakierów.
- ☐ **OXOPLAST® IB** (ftalan diizobutyłu)
- ☐ **OXOPLAST® NB** (ftalan dibutyłu)
- ☐ **OXOPLAST® O** (ftalan bis(2-etyloheksylu))
- ☐ **Oxofine® DOA** - adypinian bis(2-etyloheksylu), plastifikator do aplikacji niskotemperaturowych, do produkcji materiałów do kontaktu z żywnością (w szczególności w produkcji folii spożywczych z PCW).
- ☐ **Oxofine™ TOTM** z 2-EH oraz bezwodnika trimelitowego,
- ☐ **Oxoviflex®** (DOPT, DEHT) - tereftalan bis(2-etyloheksylu)