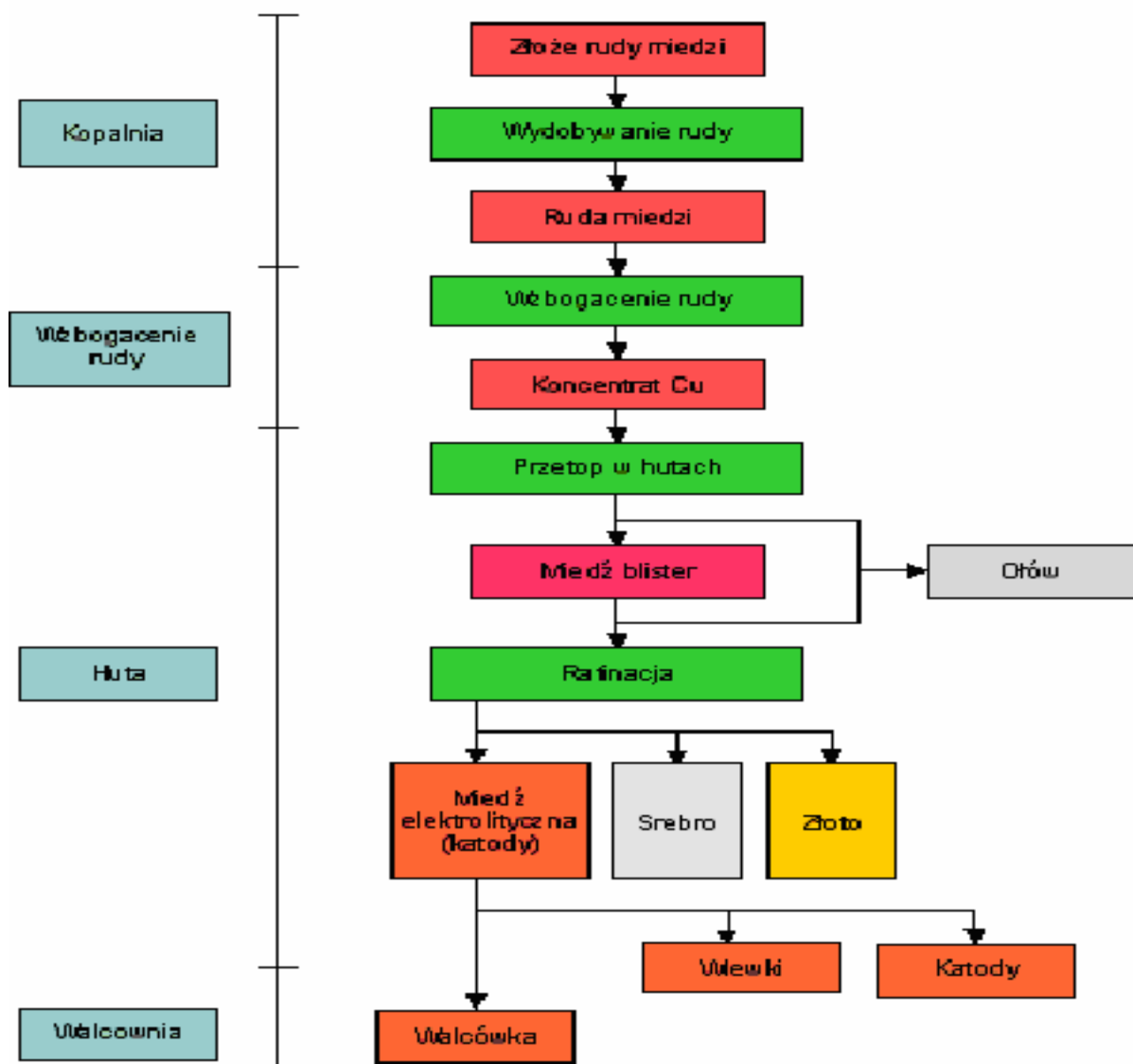


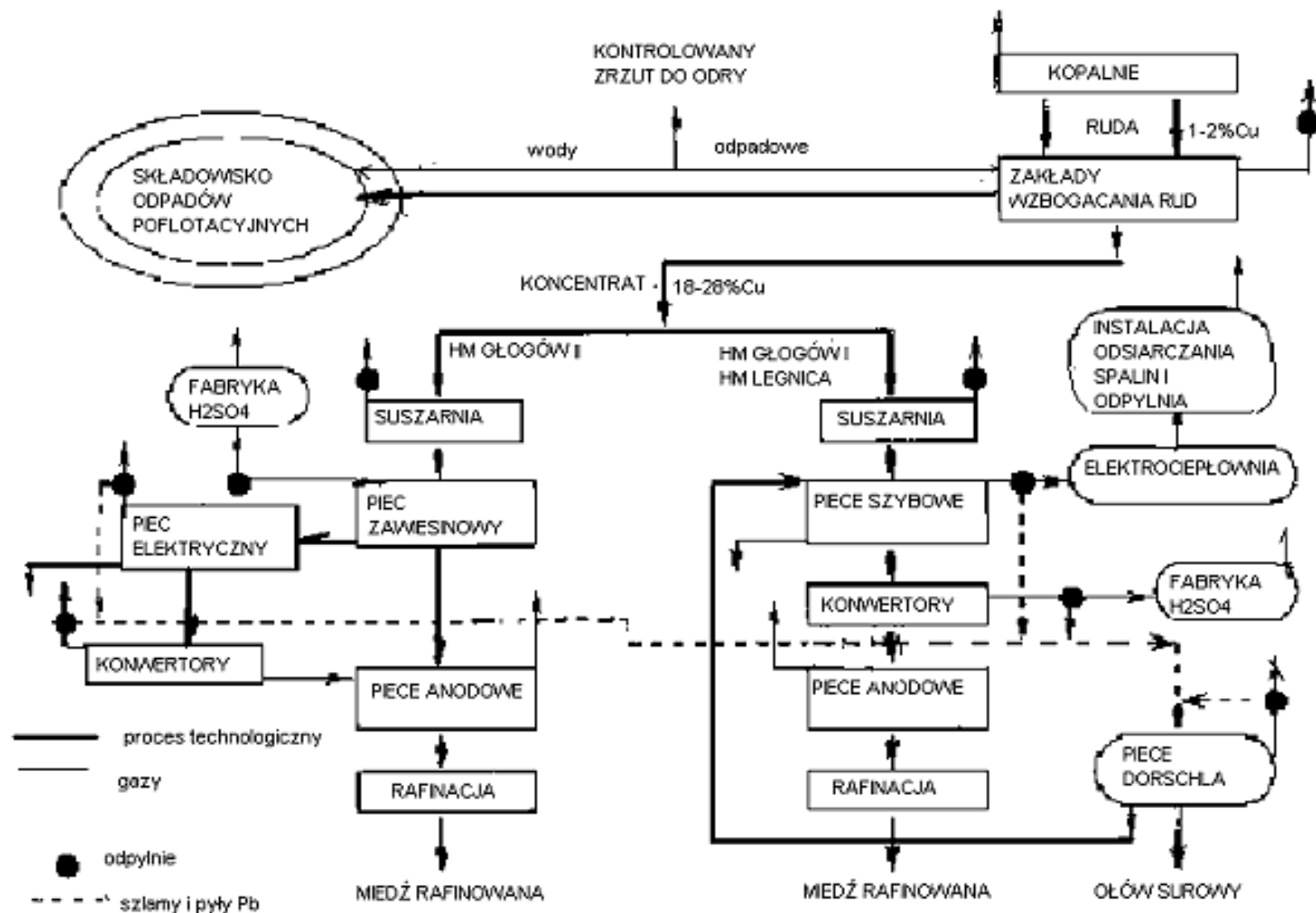
LCA podstawowych materiałów konstrukcyjnych

Miedź

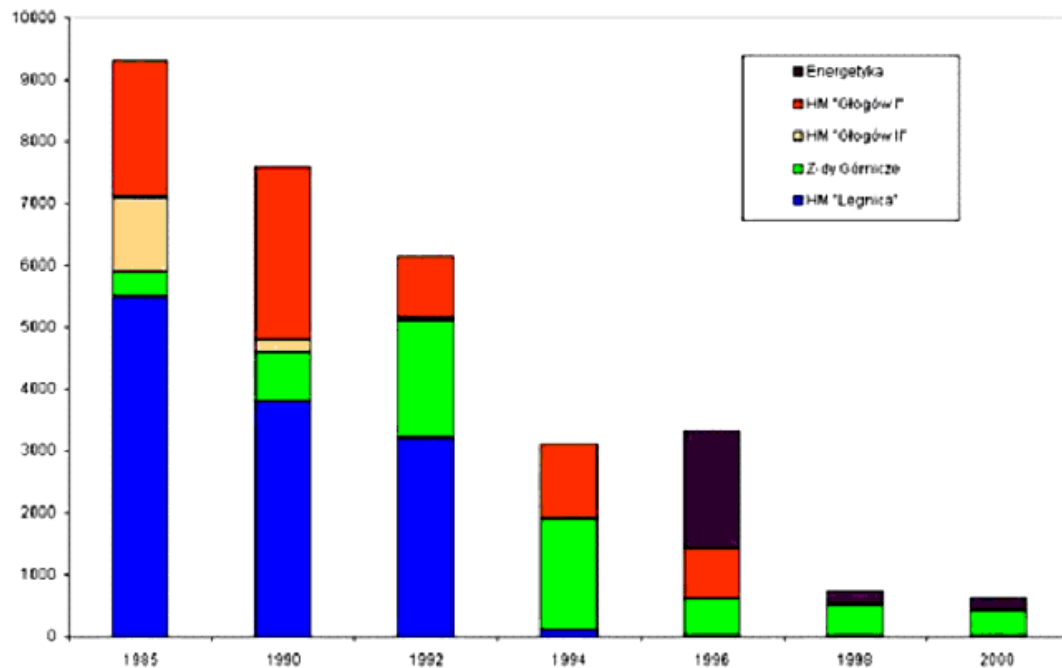
Schemat procesu produkcyjnego



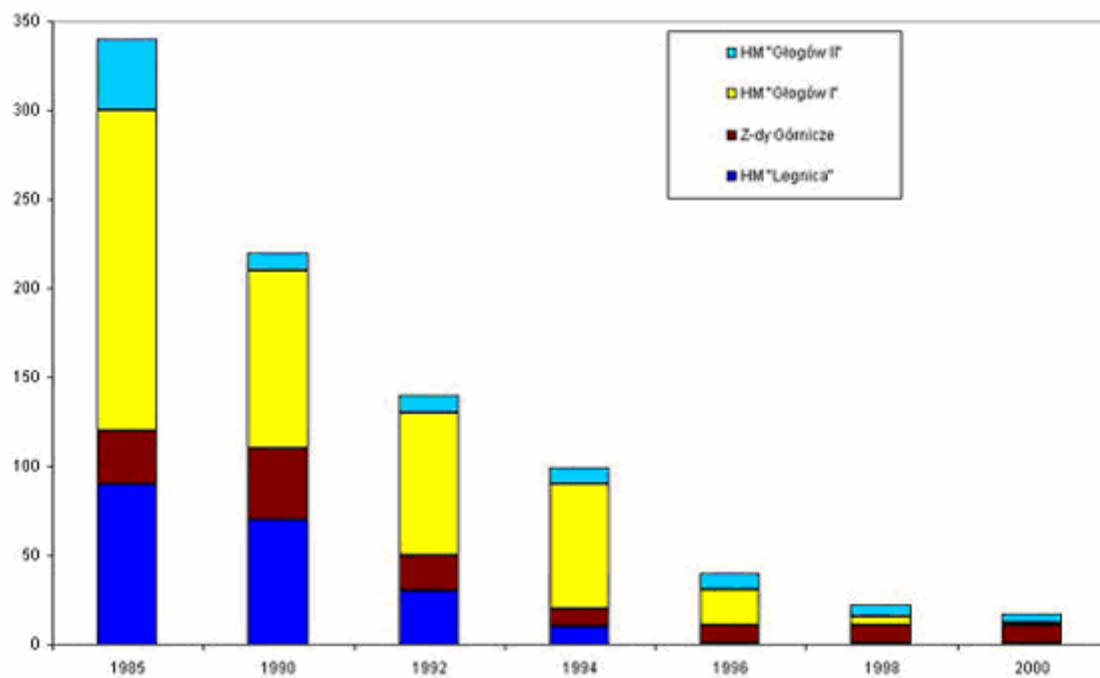
Schemat procesu produkcji miedzi rafinowanej i produktów jej przetwarzania



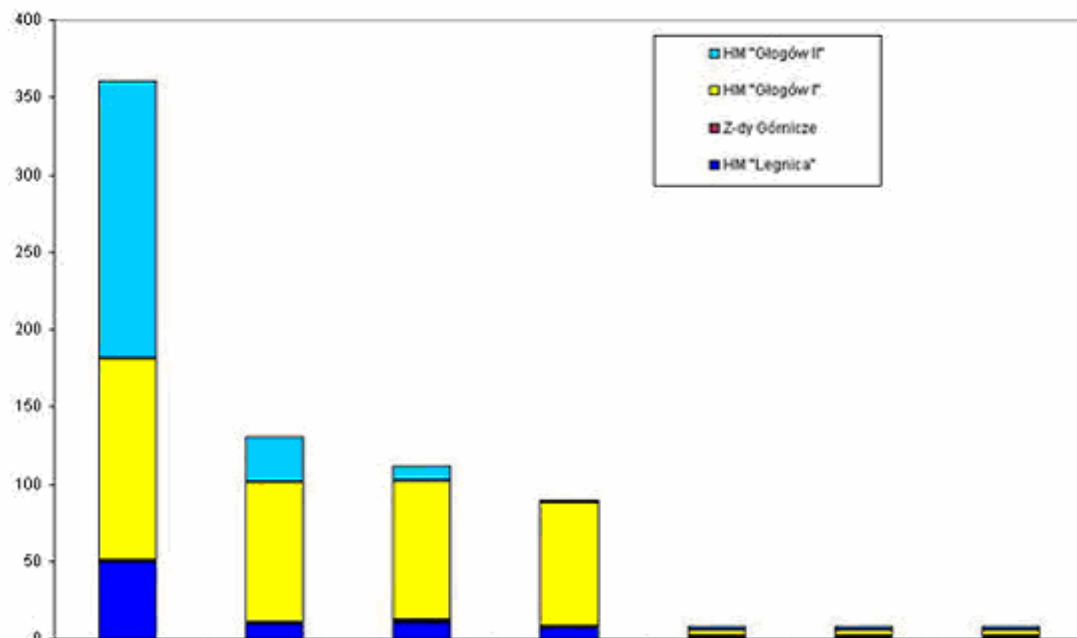
Schemat technologiczny KGHM Polska Miedź S.A. z uwzględnieniem źródeł powstawania zanieczyszczeń.



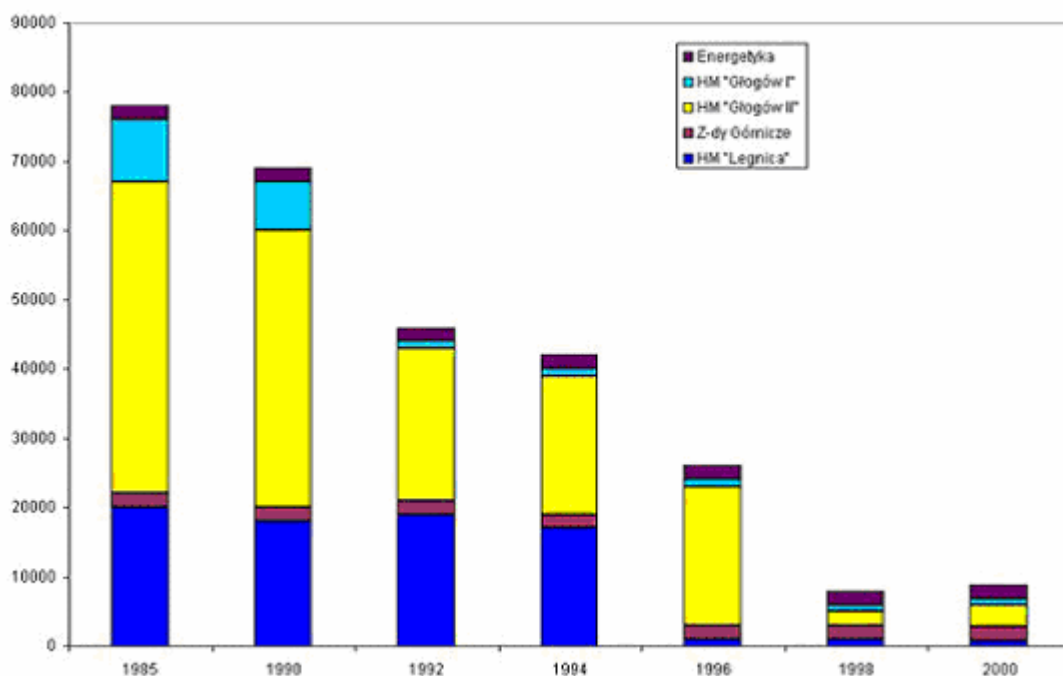
Emisja pyłu do atmosfery z zakładów KGHM Polska Miedź S.A. [Mg/r].



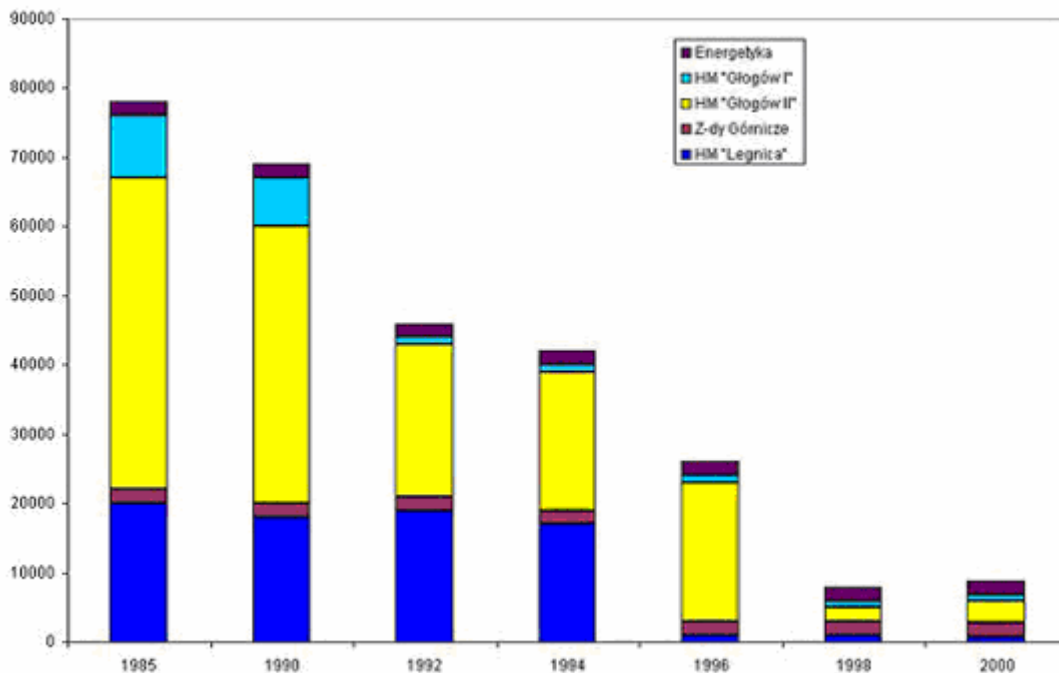
Emisja miedzi do atmosfery z zakładów KGHM Polska Miedź S.A. [Mg/r].



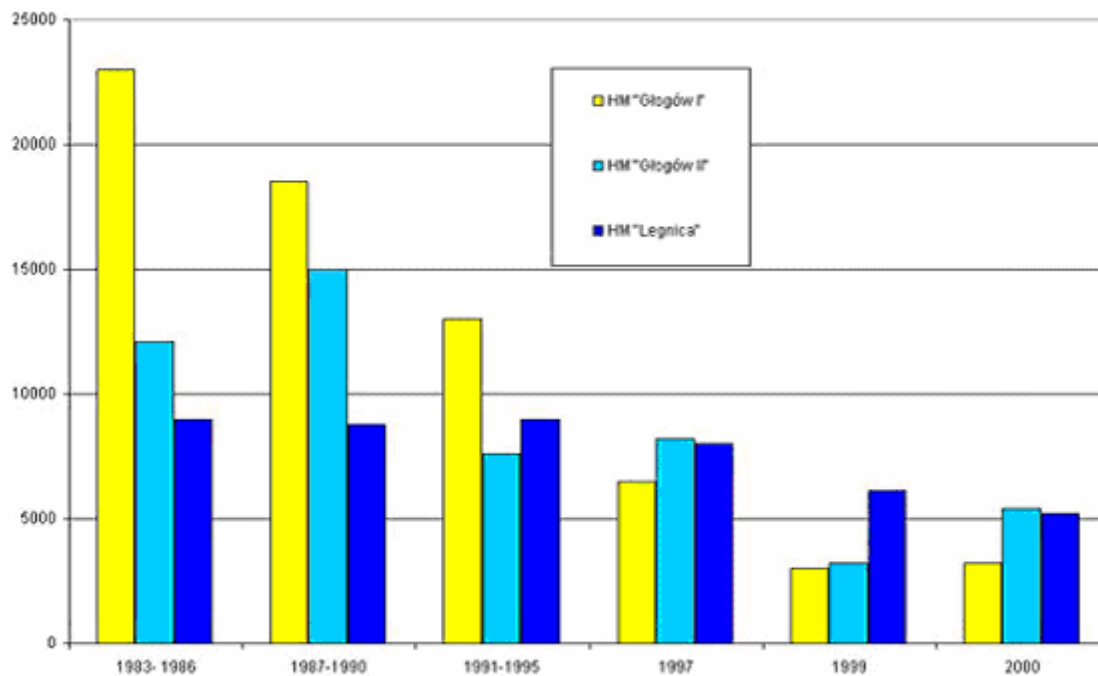
Emisja ołowiu do atmosfery z zakładów KGHM Polska Miedź S.A. [Mg/r].



Emisja tlenku węgla do atmosfery z zakładów KGHM Polska Miedź S.A. [Mg/r]



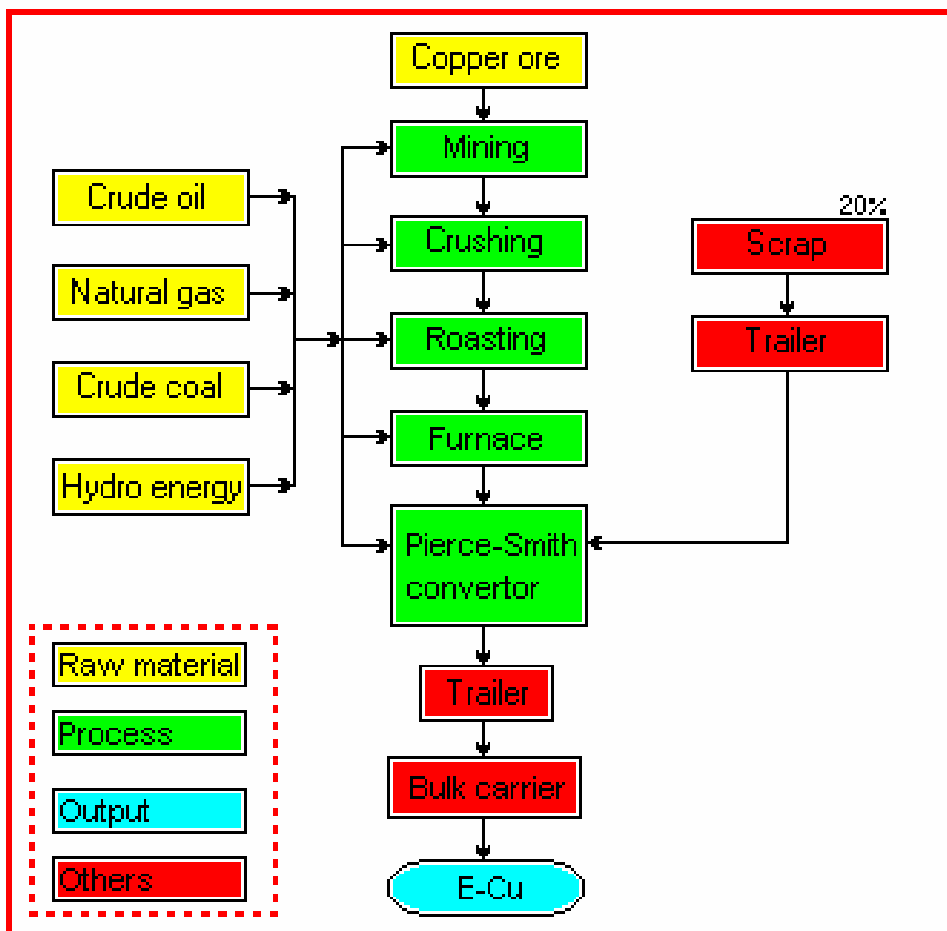
Emisja dwutlenku siarki do atmosfery z zakładów KGHM Polska Miedź S.A. [Mg/r]



Ilość odprowadzanych ścieków przez HM "Głogów I", HM "Głogów II" i HM "Legnica" w latach 1983-2000 [m³/d].

PRODUKCJA MIEDZI

WEJŚCIE: Procesy i materiały		WYJŚCIE: Zanieczyszczenia		
Proces	Materiał	Emisje do atm.	Odpady prod.	Inne odpady
Wytwarzanie koncentratów rudy	Ruda miedzi, woda, odczynniki chemiczne, zagęstnik		Wody poflotacyjne	Resztki zawierające kamień wapienny i kwarc
Ługowanie miedzi	Koncentrat rudy, kwas siarkowy		Niekontrolowane ługi	Hałdy odpadów po ługowaniu
Wytapianie miedzi	Koncentrat rudy, topnik krzemionkowy	SO ₂ , cząsteczki stałe zawierające, As, Sb, Cd, Pb, Hg, Zn		Szlam z wytwórni kwasu, żużel zawierający siarczek żelaza i krzemionkę
Przeróbka miedzi	Miedź surowa, złom miedziany, topnik krzemionkowy	SO ₂ , cząsteczki stałe zawierające, As, Sb, Cd, Pb, Hg, Zn		Szlam z wytwórni kwasu, żużel zawierający siarczek żelaza i krzemionkę
Rafinacja elektrolityczna	Miedź- blister (gąbczasta)		Wody poprocesowe	Szlam zawierający zanieczyszczenia takie jak Au, Ag, Sb, As, Bi, Fe, Pb, Ni, Se, S Zn.
Wtórny proces przerobu miedzi		Pyły	Odpady po granulacji żużla	Żużel



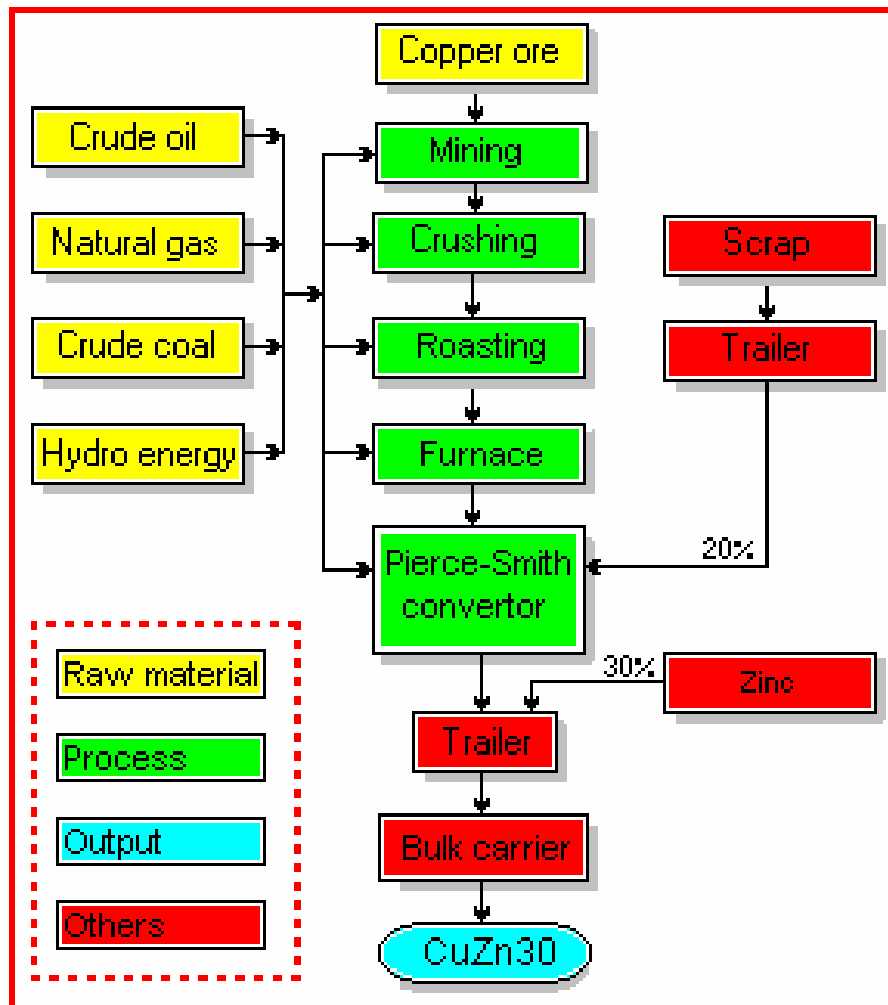
Eco-indicator '95

154 mPt

Cu > 99.90 (wt.%)

Uwagi

W praktyce mogą występować istotne różnice np. Wynikające ze znacznych różnic w zawartości siarki w rudzie. Wówczas emisja SO₂ może się zmieniać od 38 g/kg Cu to 3500 gram/kg Cu, wartość średnia to 1060g / kg Cu.



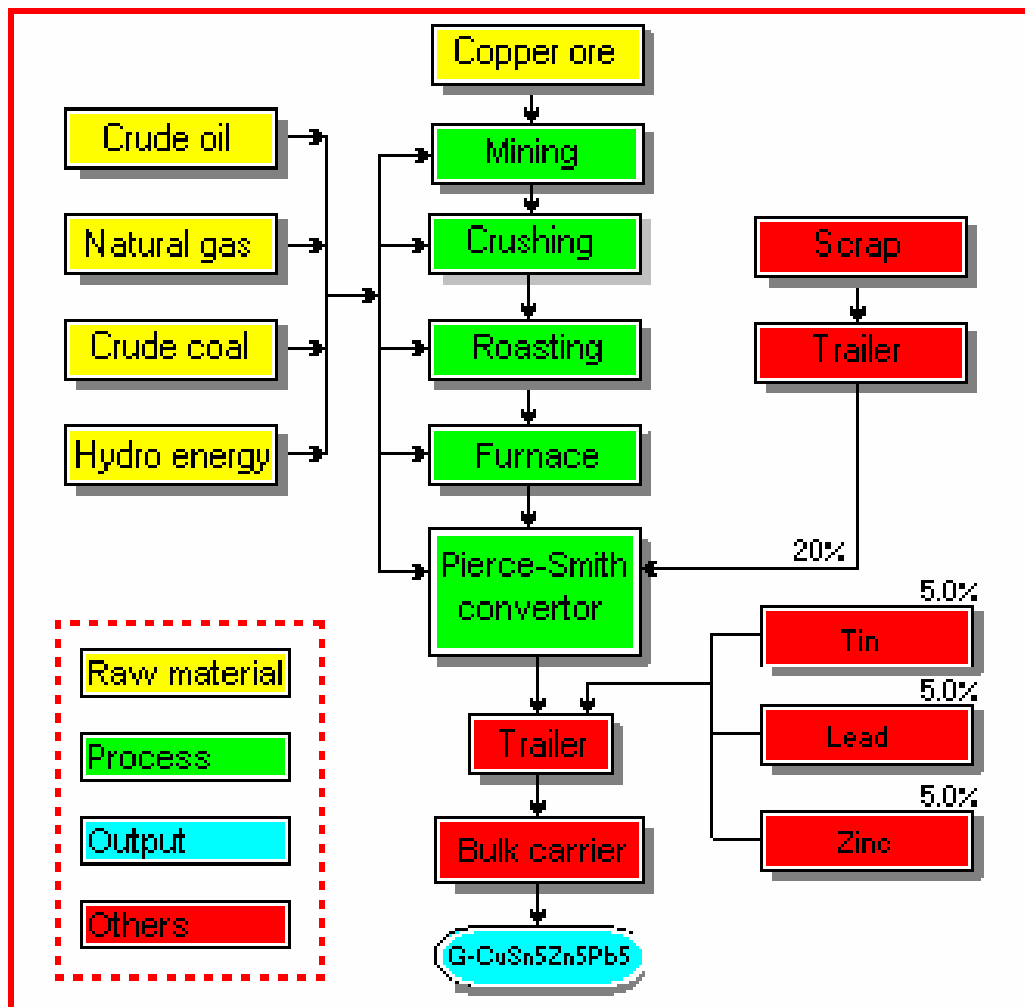
Eco-indicator '95

111 mPt

Cu, Zn 30 (wt.%) walcowany

UWAGI

W praktyce możliwe znaczne różnice w cechach procesu. Emisja SO₂ podczas procesu rafinacji wynosi od 38 g/kg Cu do 3500 g/kg Cu (średnio 1060 g / kg Cu). Często używany do produkcji kwasu siarkowego.

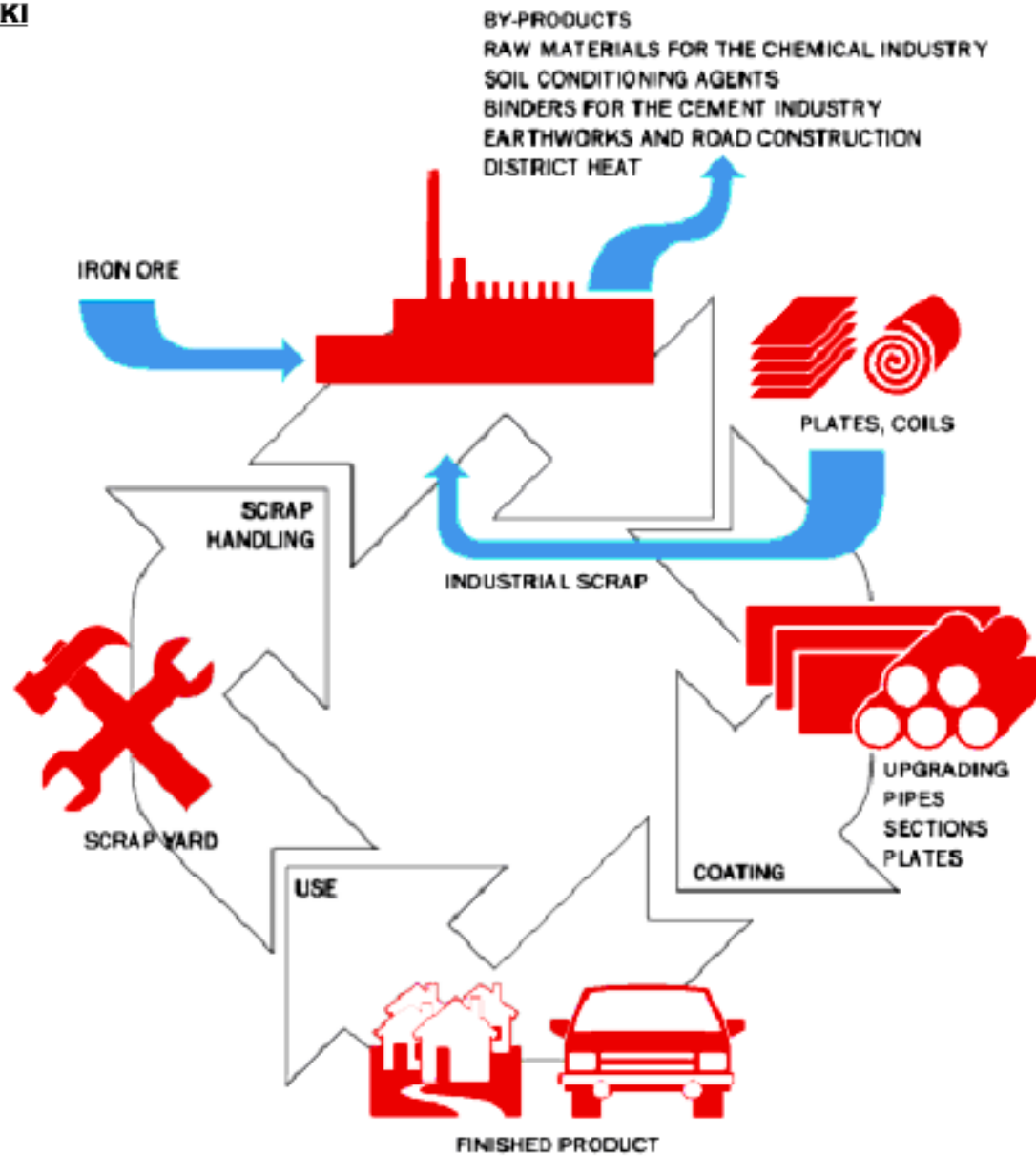


Eco-indicator '95
132 mPt

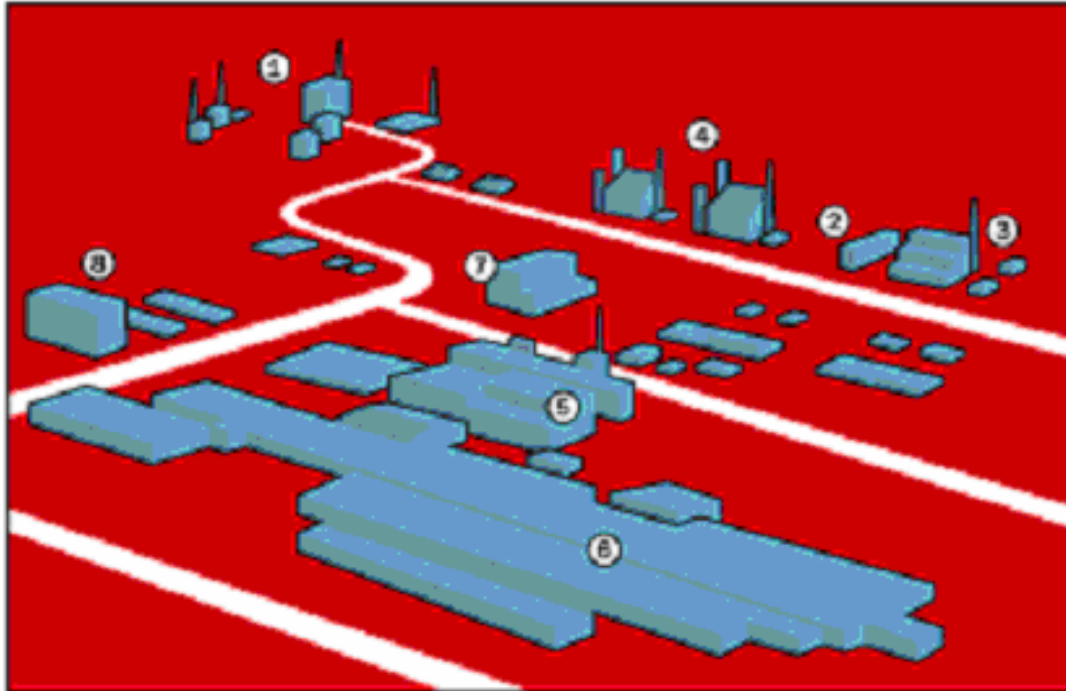
Cu, Sn 5.0, Zn 5.0, Pb 5.0
(wt.%) - odlewany

Stal

Stages in the life cycle of steel



Raahé Steel Works production plants

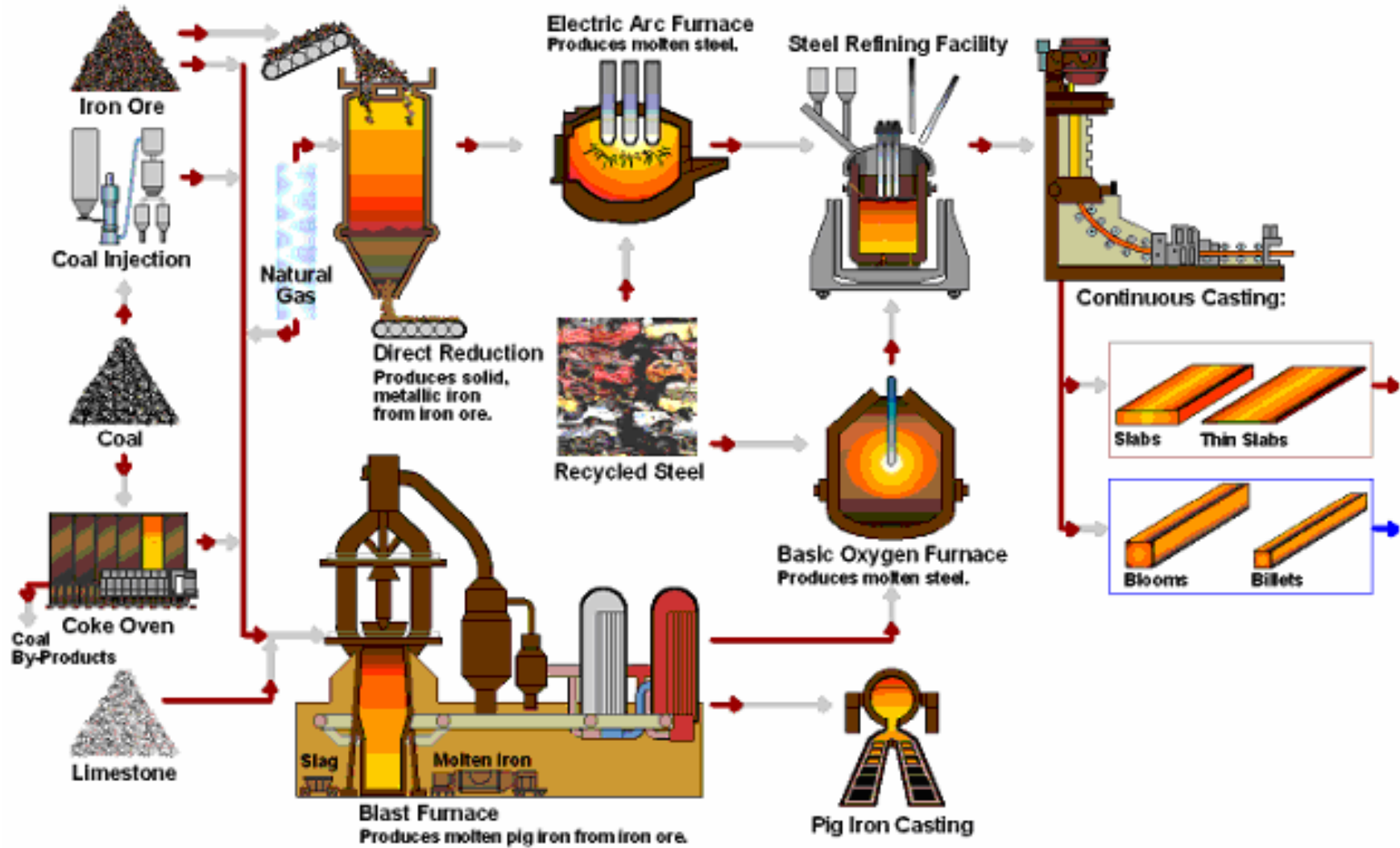


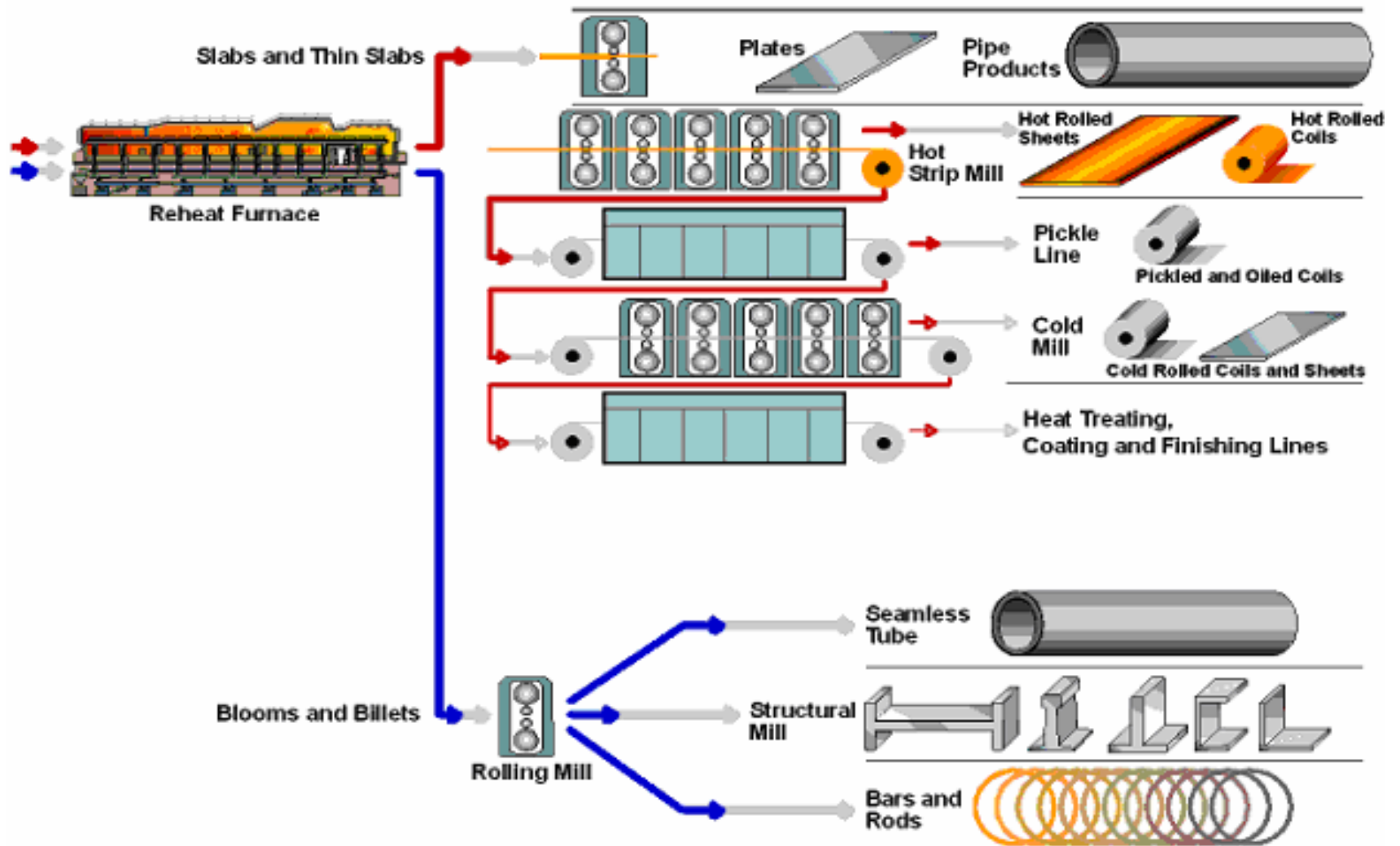
1- koksownia; 2-wapiennik; 3- spiekalnia; 4- wielki piec; 5- stalownia; 6- walcownia; 7- elektrownia; 8- obsługa złomu

Zużycie surowców w 2001r

surowiec	Zużycie w tonach	Główny dostawca (kraj)	Wpływ na środowisko	Informacje brane pod uwagę przy dostawie
Koncentrat rudy żelaza	2 235 000	Szwecja, Maroko	Siarka, pył, ciężkie metale	Zawartość siarki
granulaty	899 000	Rosja	Pył	
wapień	628 000	Szwecja	Pył, obróbka wapnia	
Ciężki olej	175 000	Finlandia		
Złom	583 000	Finlandia, Rosja	Hałas, cynk	zawartość cynku
Węgiel	1 292 000	Polska, Australia, USA, Rosja	Siarka, pył	Zawartość siarki

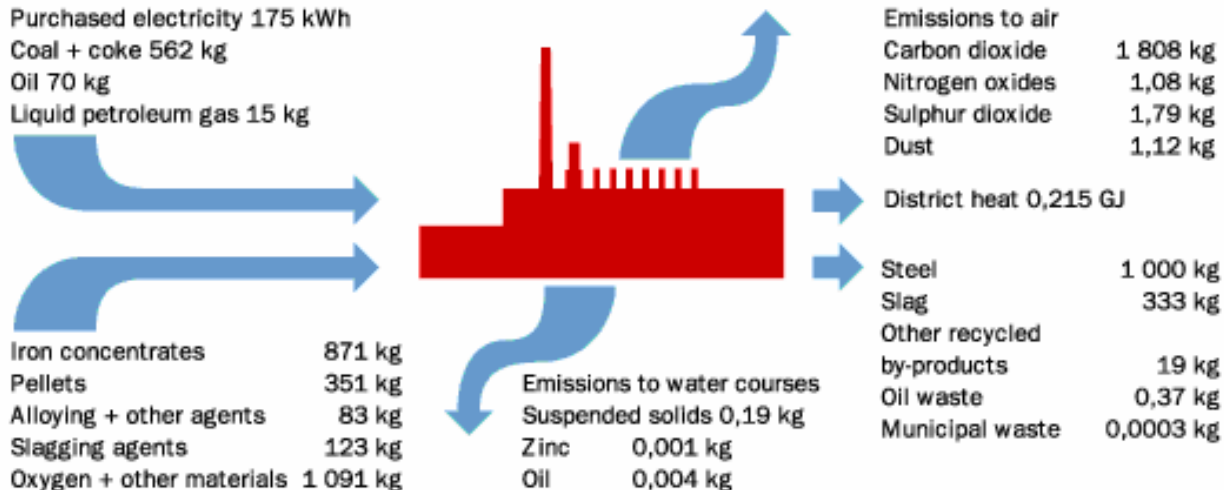
Wytwarzanie stali





Raahe Steel Works ecobalance 2001

amounts are per tonne of steel produced



Wpływ na środowisko Raahe Steel Works

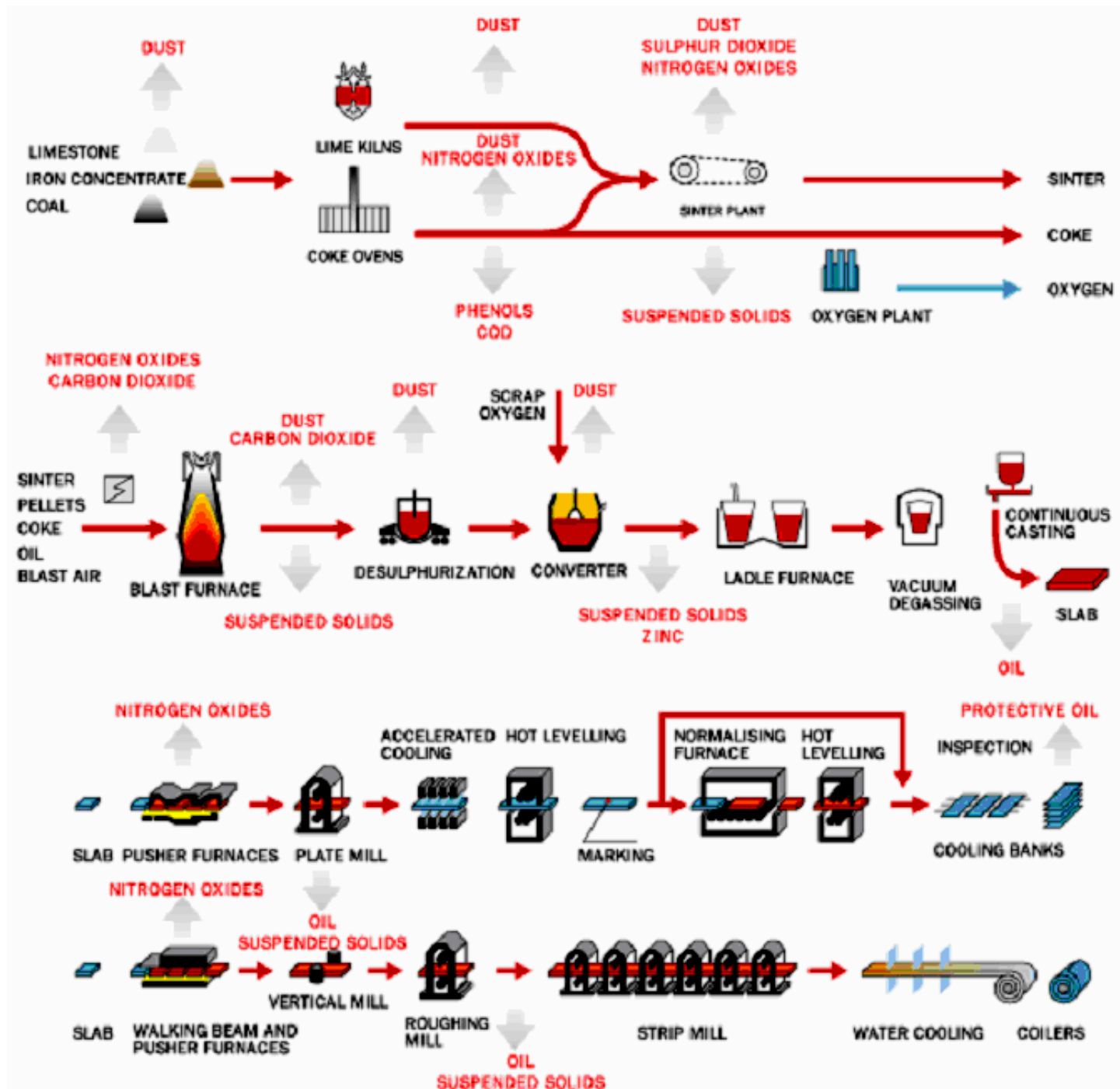
Silny wpływ

- Emisja pyłów

Znaczący wpływ

- Produkcja energii i emisja CO₂
- Hałas
- Powstające w procesie materiały uboczne
- Emisja SO₂
- Emisja NO
- Odpady oleiste odprowadzane do zbiornika wody słodkiej
- Odpady stałe odprowadzane do morza
- Śmieci
- Odprowadzanie cynku do morza
- Woda odpadowa z koksowni
- Żużel

Zanieczyszczenia w procesie produkcji

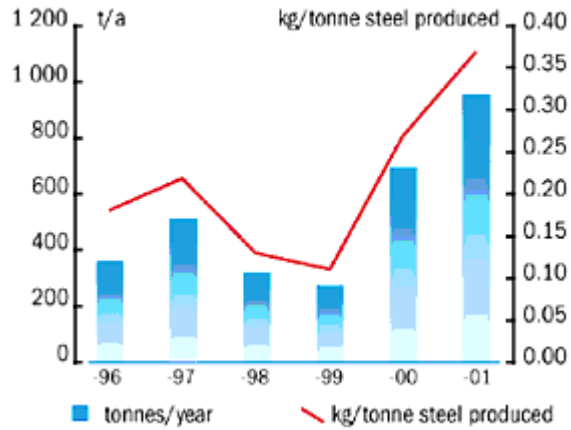


Produkcja w 2001

Stal	2 565 000 t
<i>Produkty pośrednie</i>	
Siek	2 650 000 t
koks	909 000 t
surówka	2 312 000 t
<i>Produkty uboczne</i>	
żużel wielkopiecowy	502 000 t
żużel postalowniczy	352 000 t
smoła	38 100 t
benzen	10 600 t
siarka	900 t
<i>Wyroby gotowe</i>	
Ciężkie blachy	591 000 t
Zwoje gorąco walcowane	2 080 000 t

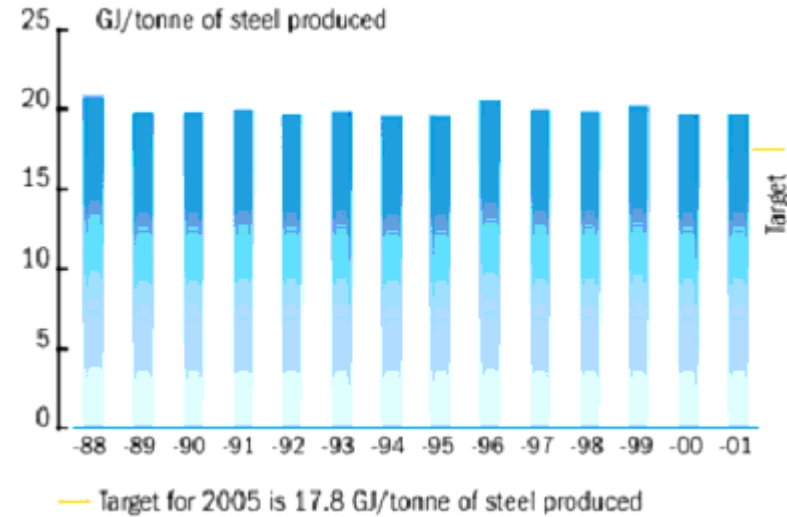
Szkodliwe odpady

Hazardous waste from Raabe Steel Works



Zużycie energii

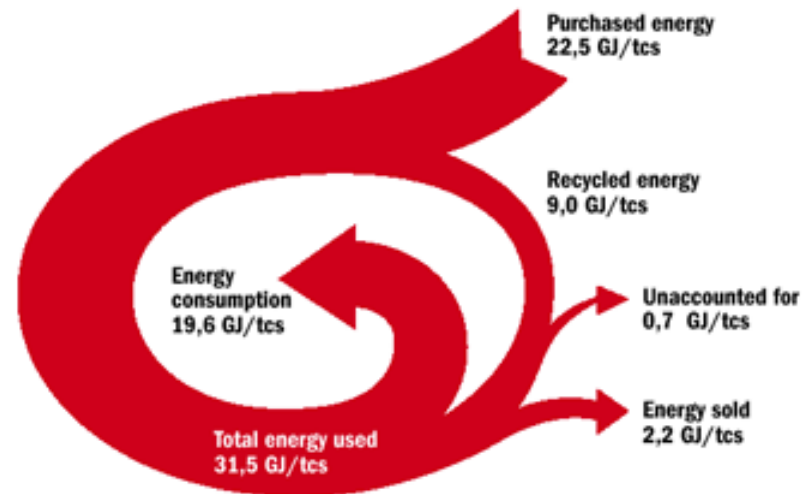
Raabe Steel Works' energy consumption



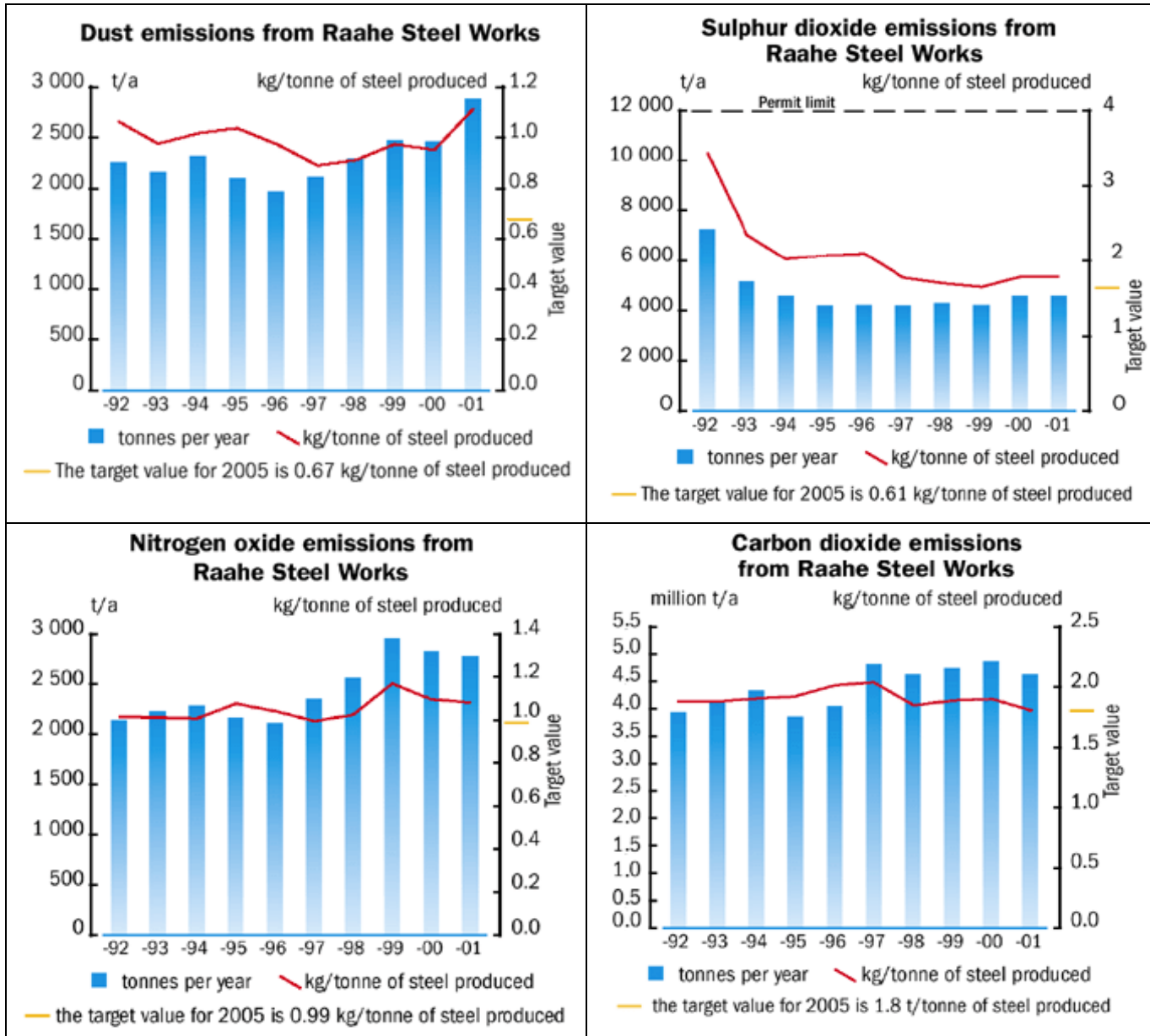
Oszczędność energii

The use and recycling of energy in the Raabe Works 2001

GJ/tcs = gigajoule per tonne crude steel produced



Zanieczyszczenie powietrza

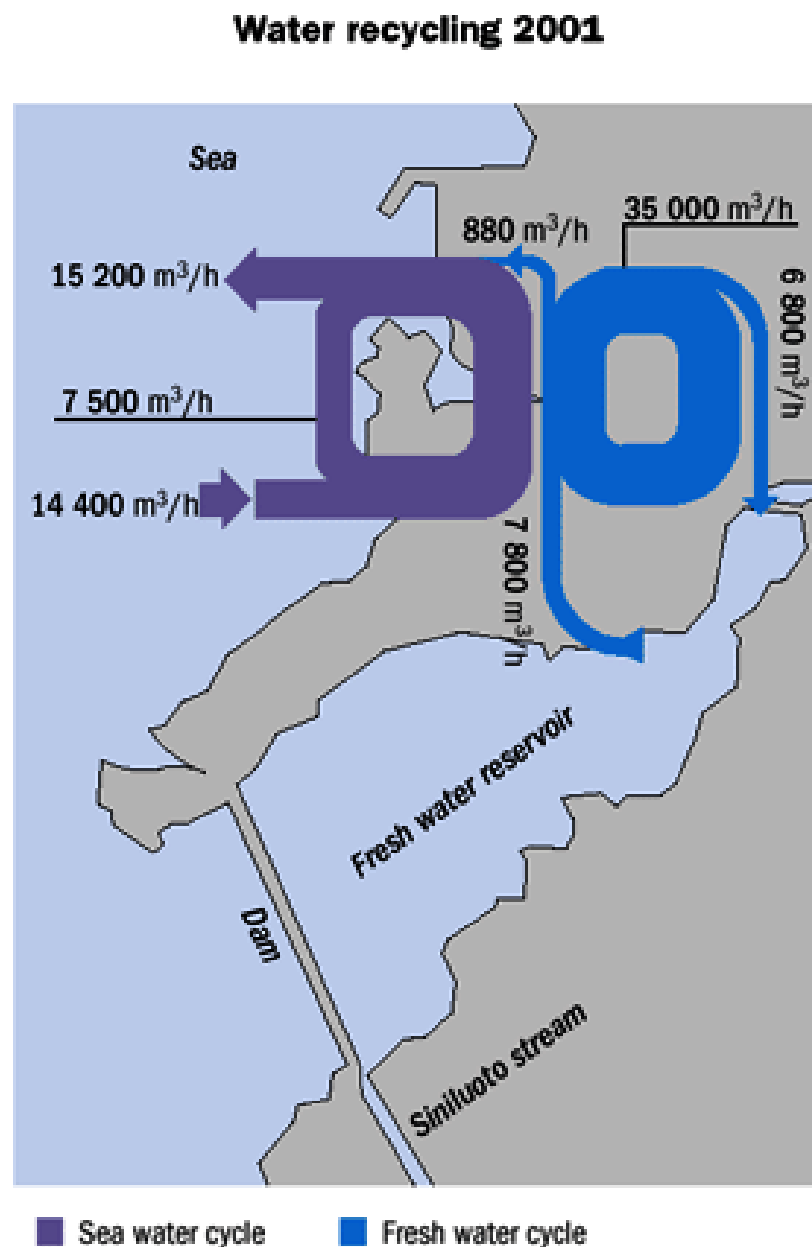


Emisja metali ciężkich pochodzących z rud w kg na rok

	1997	1998	1999	2000	2001
ołów	2 000	5 297	4 221	5 361	5 147
chrom	180	195	308	286	326
cynk	400	487	424	444	412
nikiel	130	147	154	254	313
kadm	48	96	56	106	103
rtęć		8	10	10	10

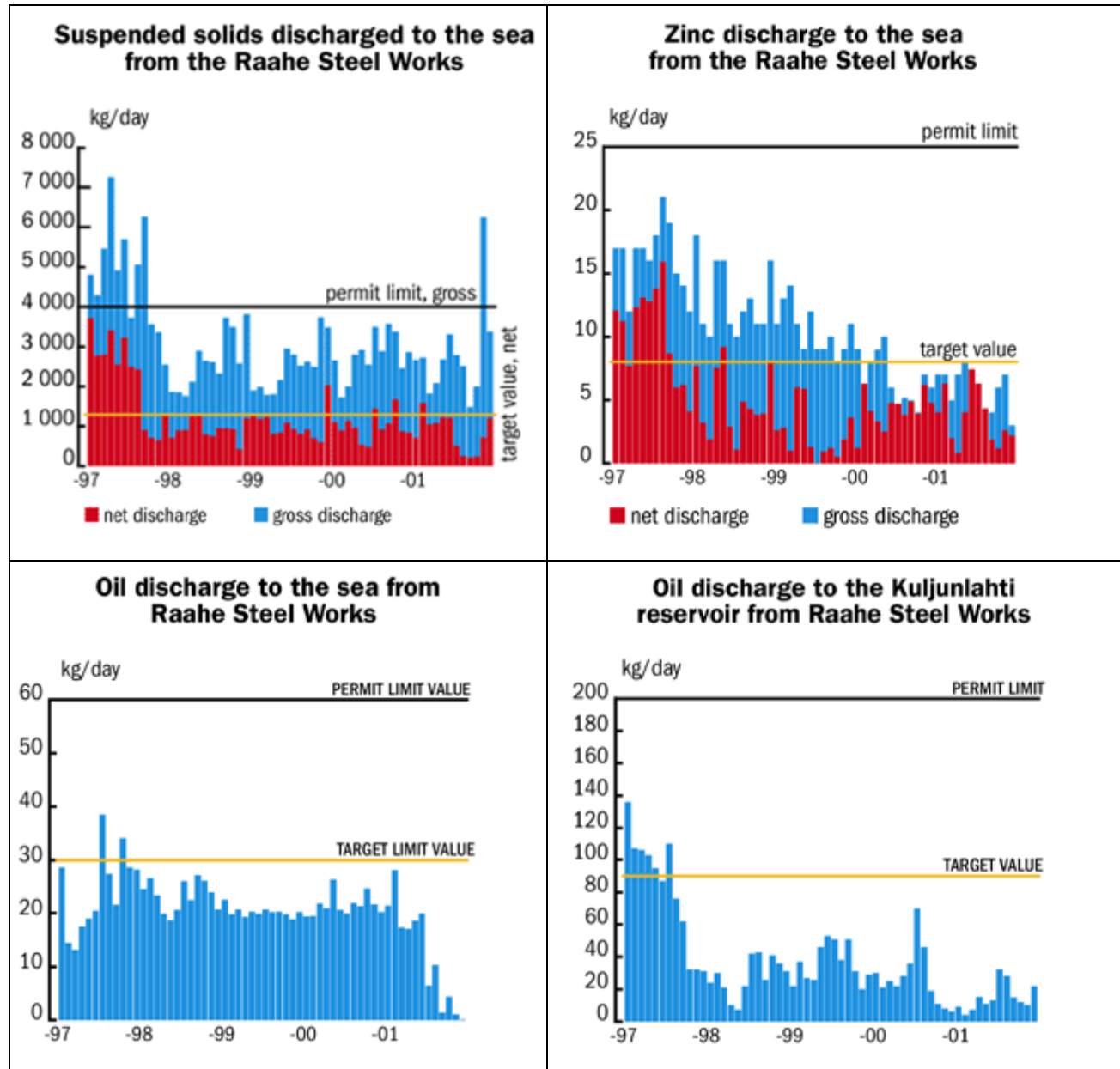
Zużycie wody i odprowadzanie ścieków

Woda morska jest używana do chłodzenia; woda słodka jest używana do procesów granulacji żużli, w procesach walcowania, ciągłego odlewania oraz przy wytwarzaniu tlenu i spieków. Zużycie 23 000 m³ na godzinę wody morskiej i 15 000 m³ na godzinę wody słodkiej. Dodatkowo odprowadzane jest do wody morskiej ciepło w ilości ok. 7 600 teradżuli na rok

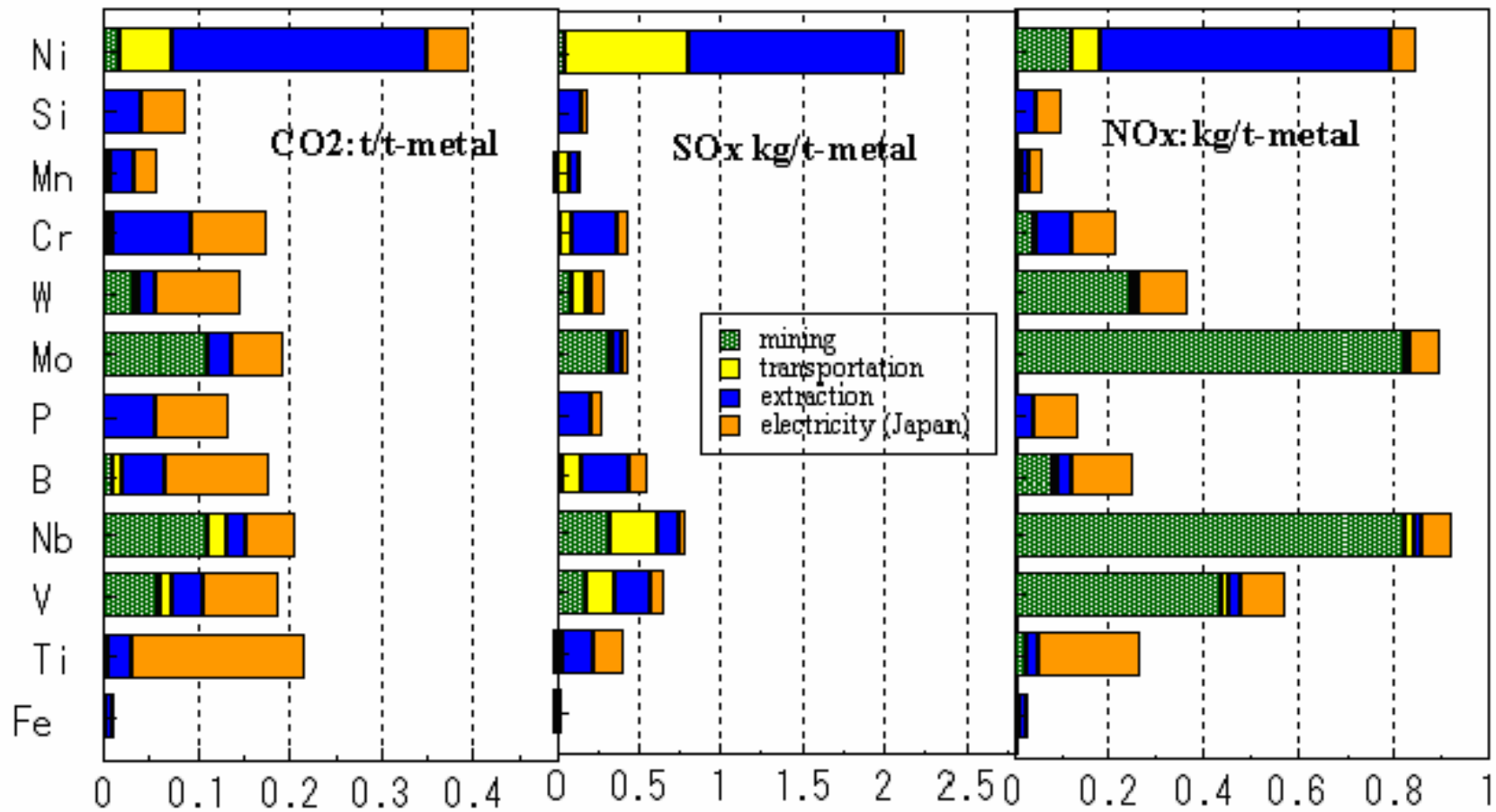


Amounts of circulated water are estimated.

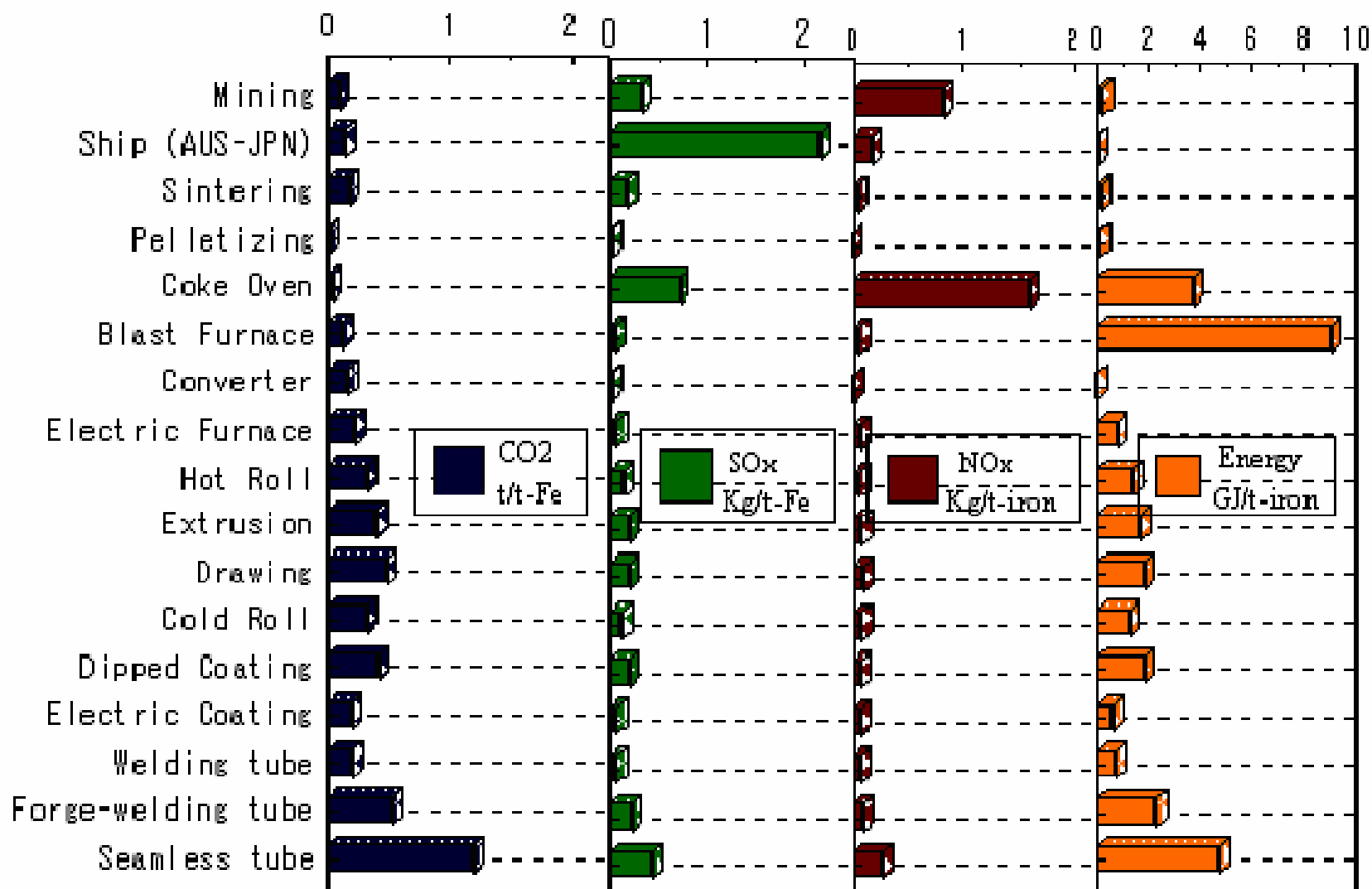
Zanieczyszczenia odprowadzane do morza i zbiornika

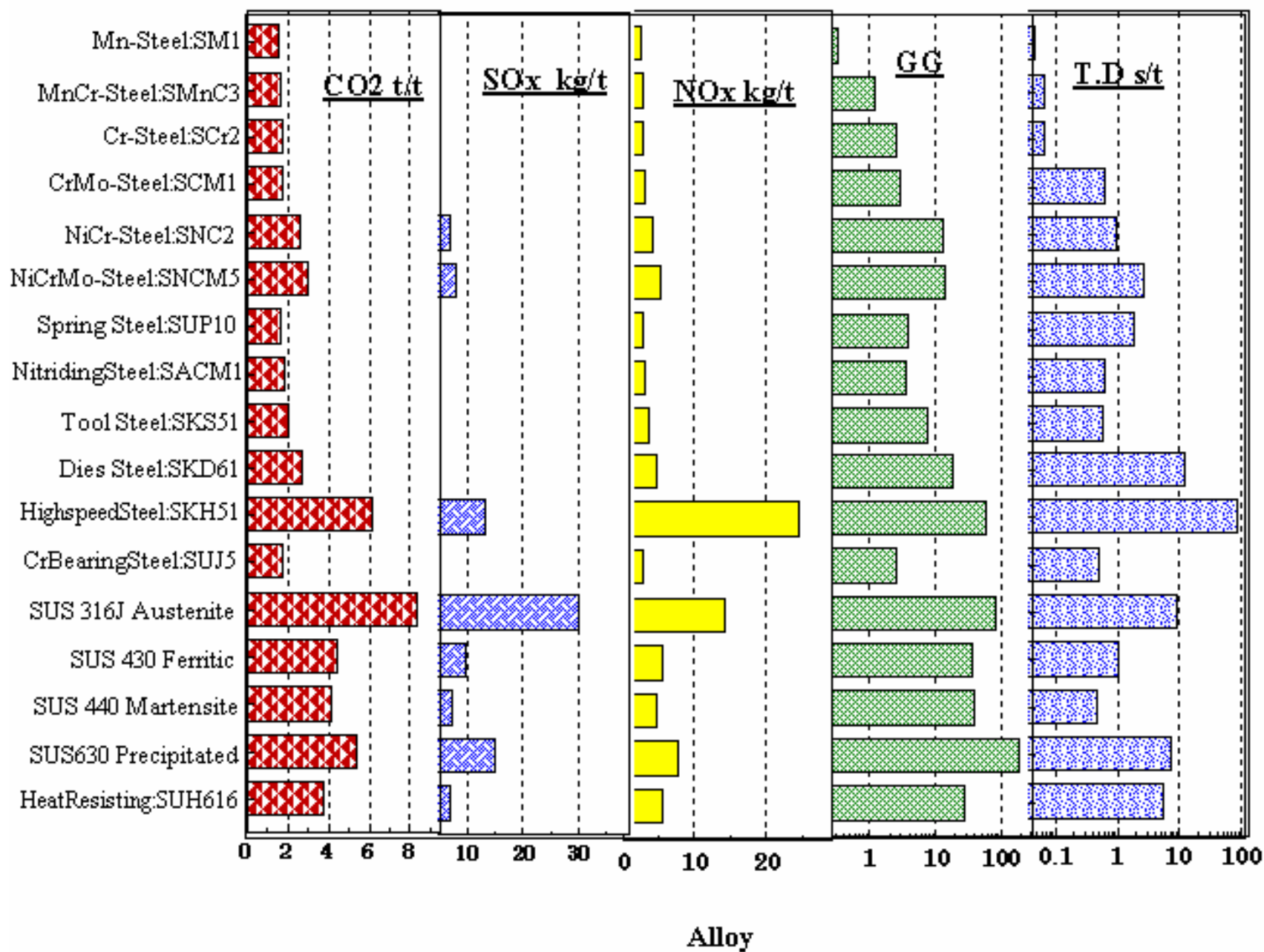


Wpływ dodatków stopowych na wielkość emisji



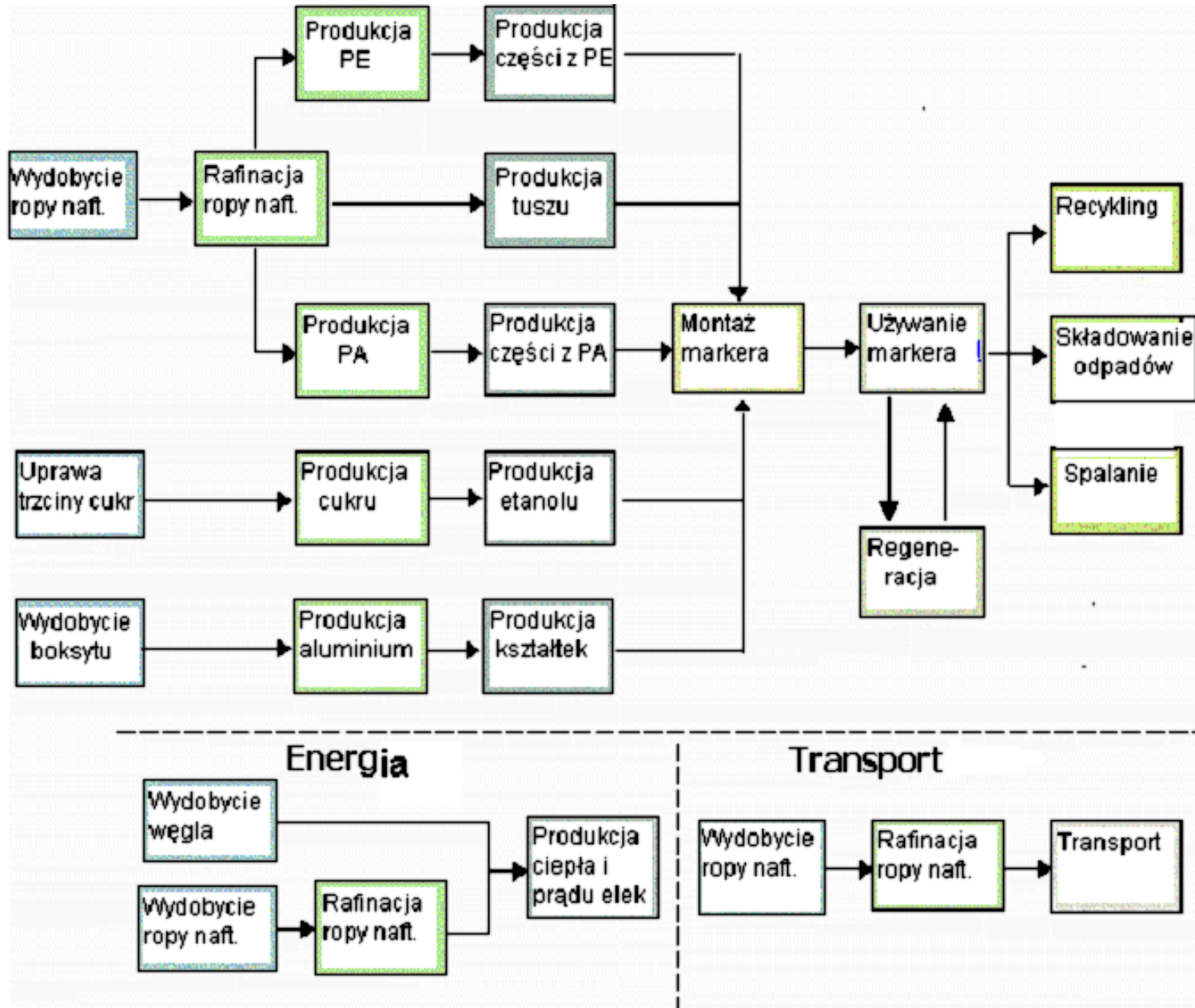
Wpływ procesu technologicznego na emisję



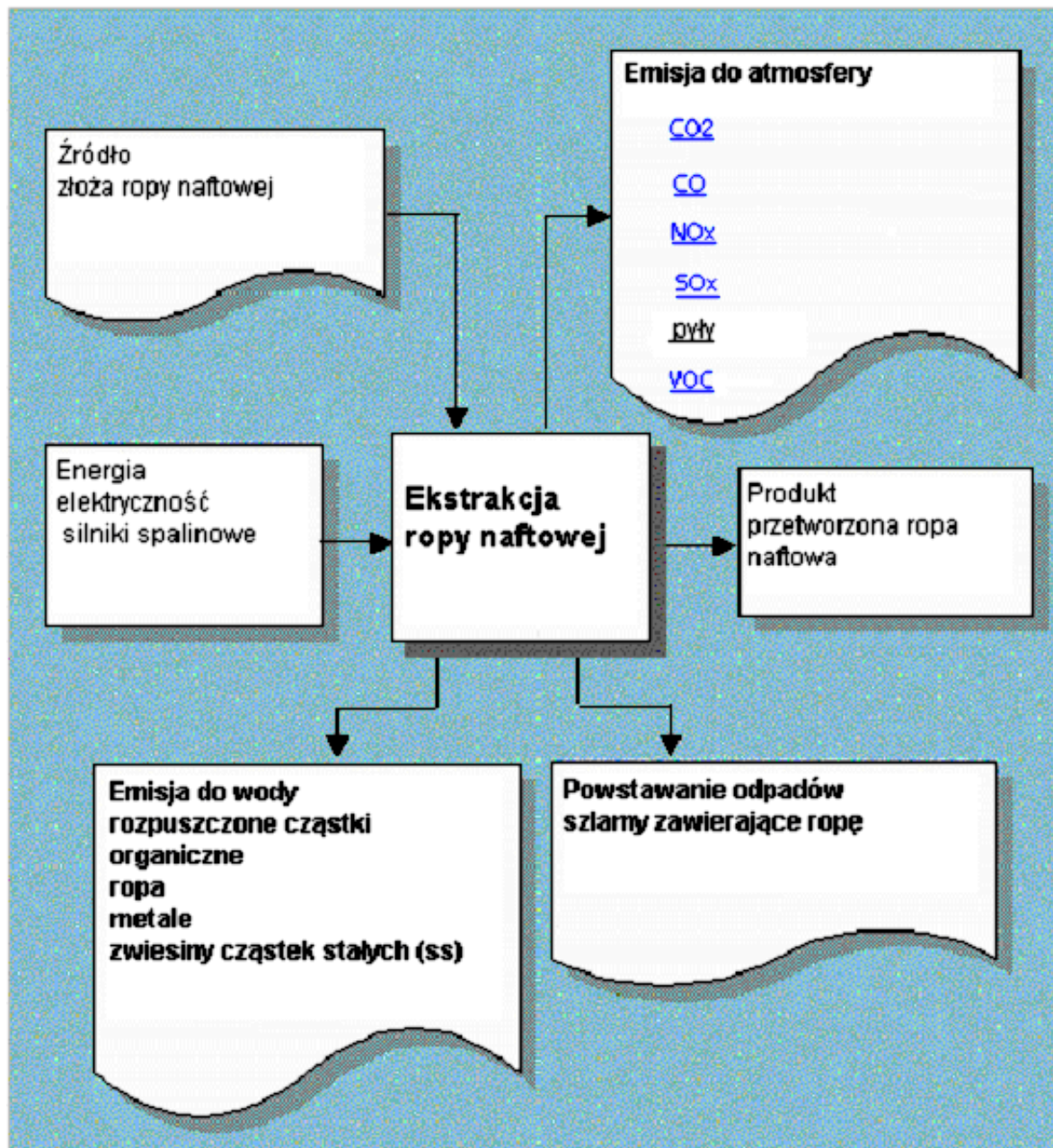


Cykl życia markera do białej tablicy

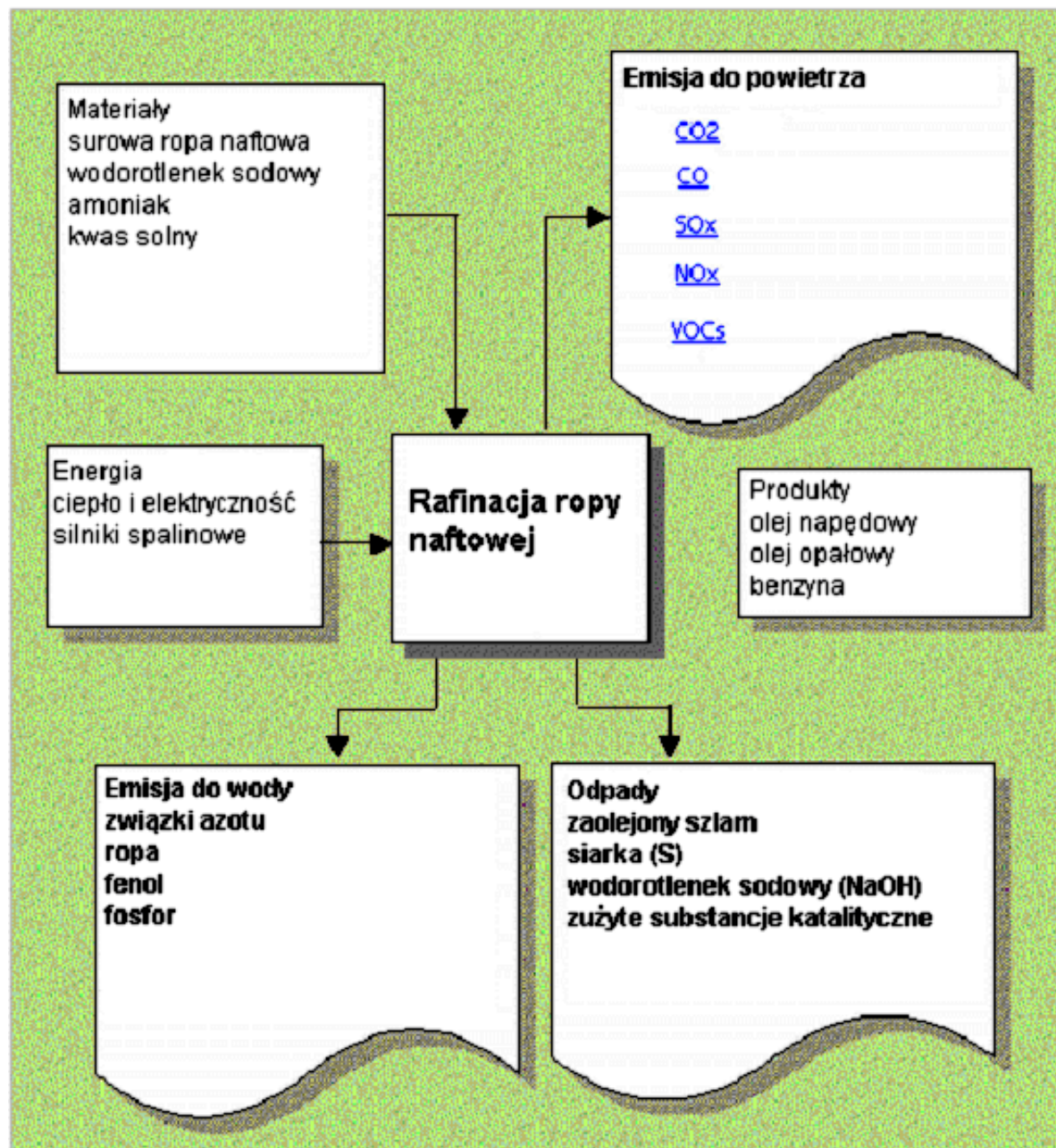
WYTWARZANIE



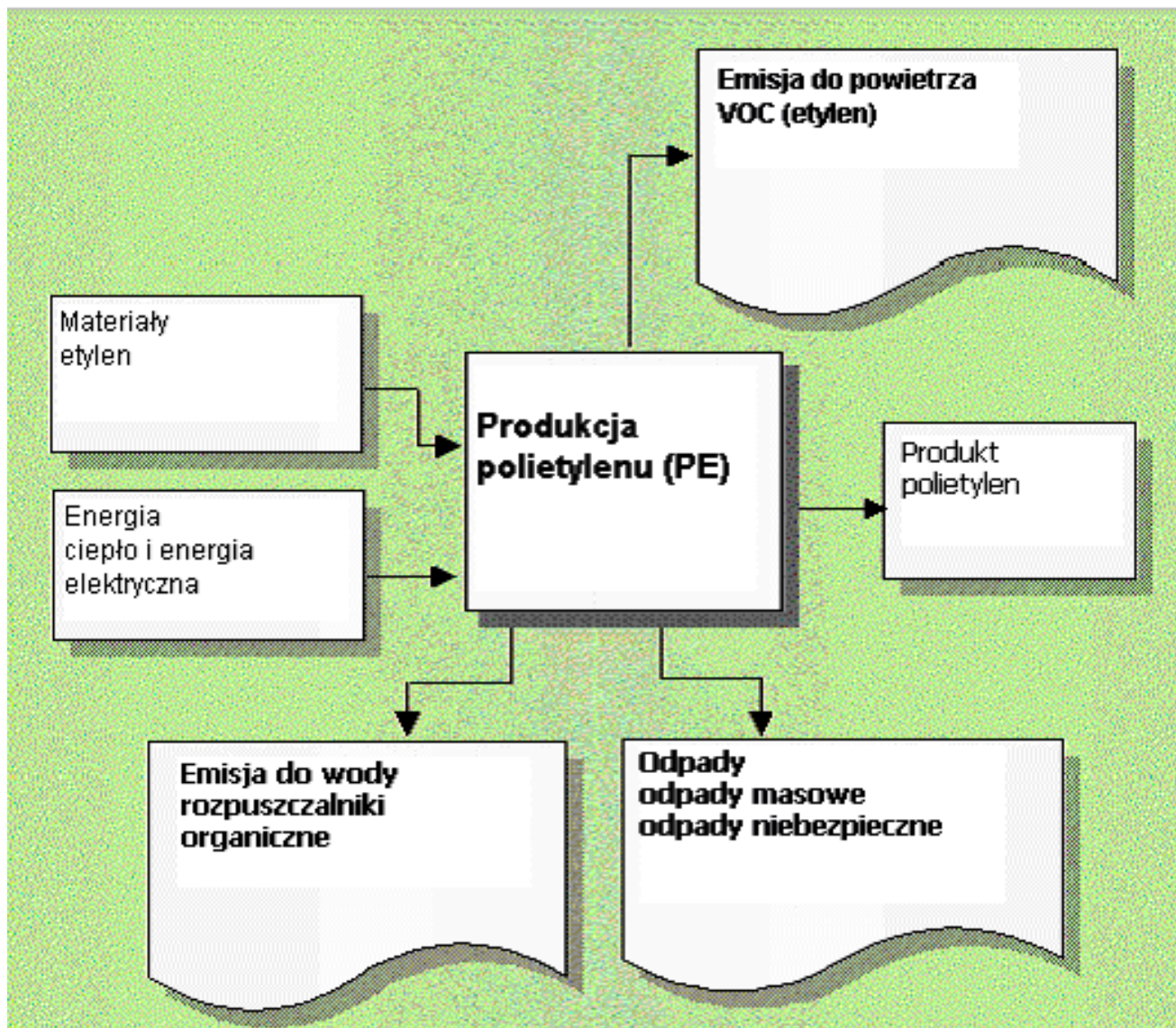
WYDOBYCIE ROPY NAFTOWEJ – typowe rodzaje wzajemnych oddziaływań



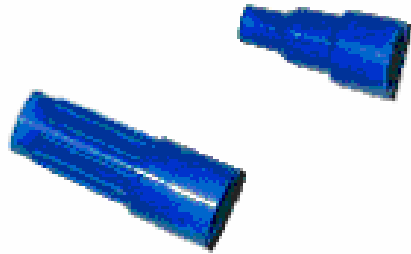
RAFINACJA ROPY NAFTOWEJ



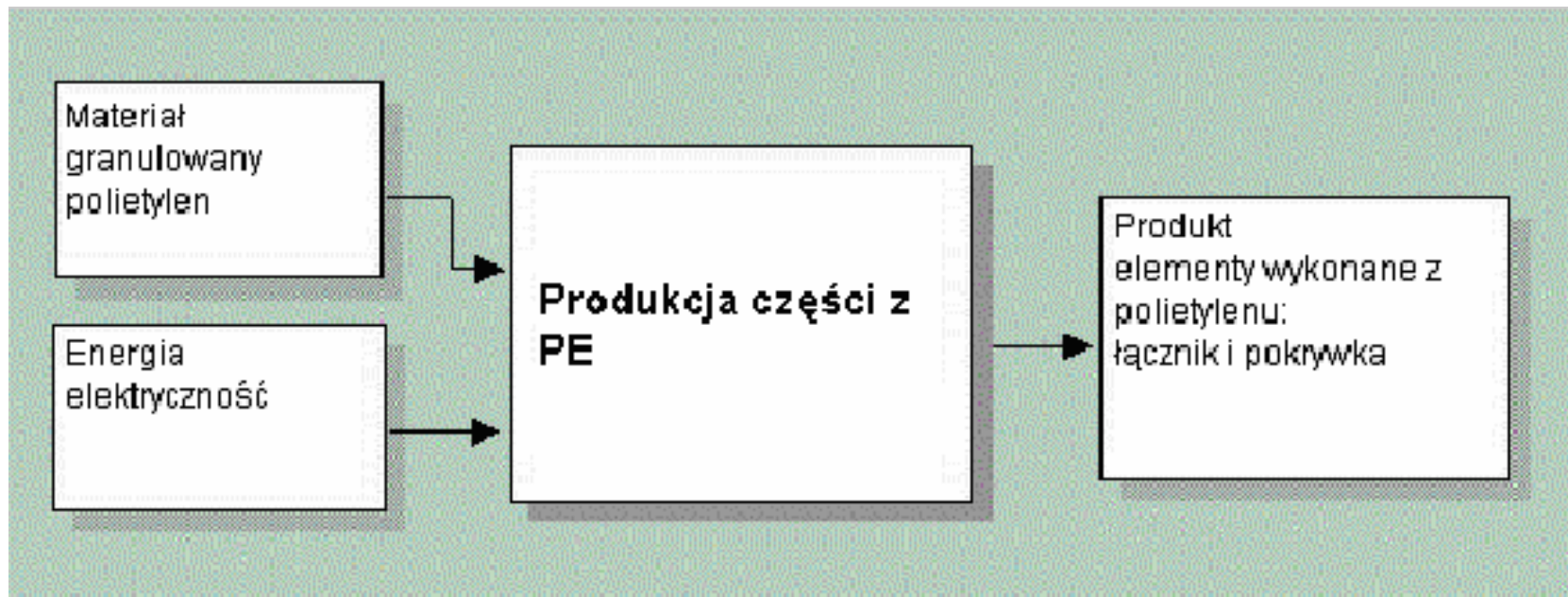
PRODUKCJA POLIETYLENU (PE)



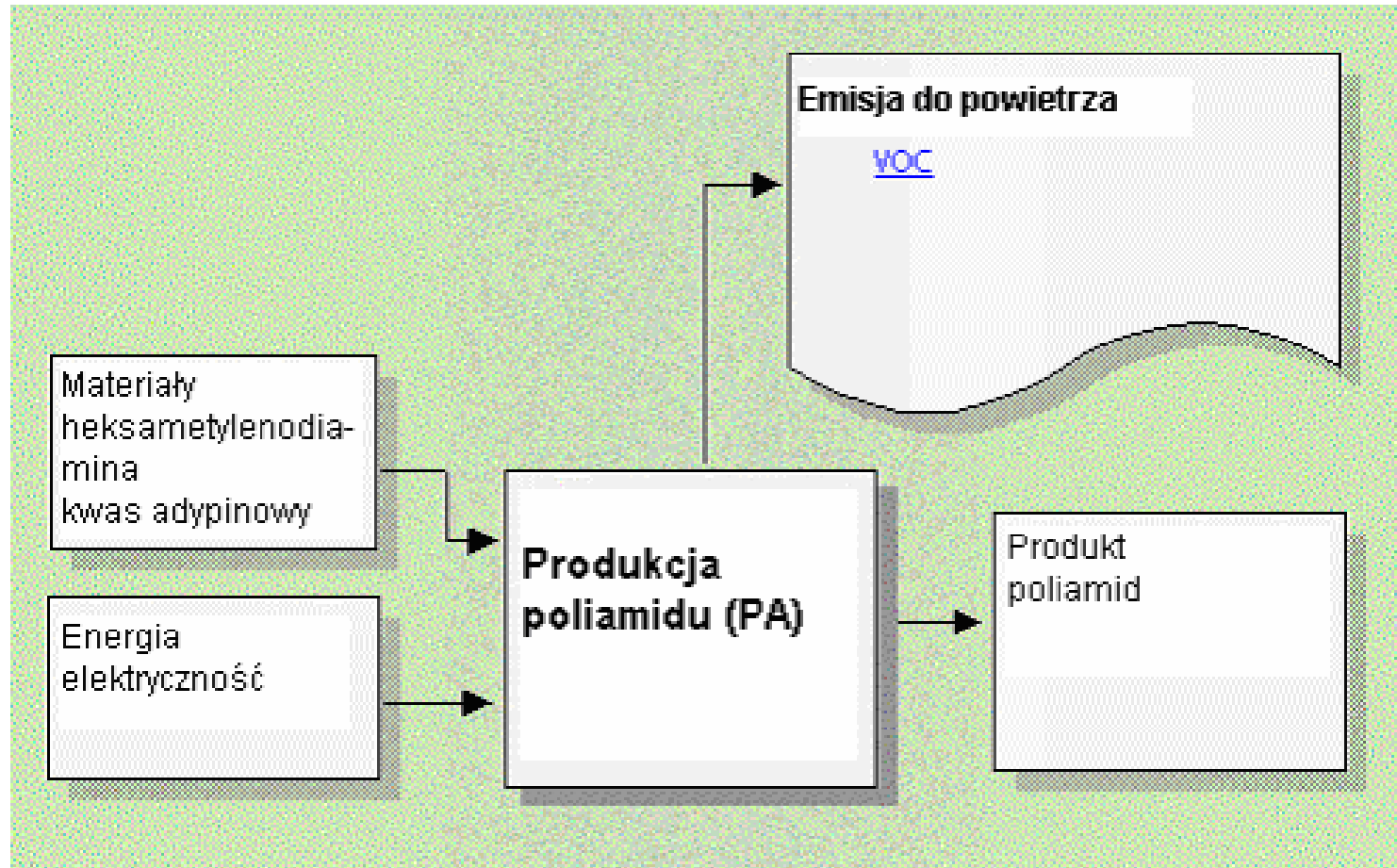
PRODUKCJA CZĘŚCI Z PE



Elementy
produkowane metodą
wtrysku

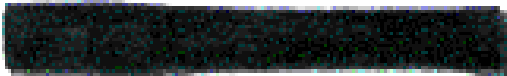


PRODUKCJA POLIAMIDU

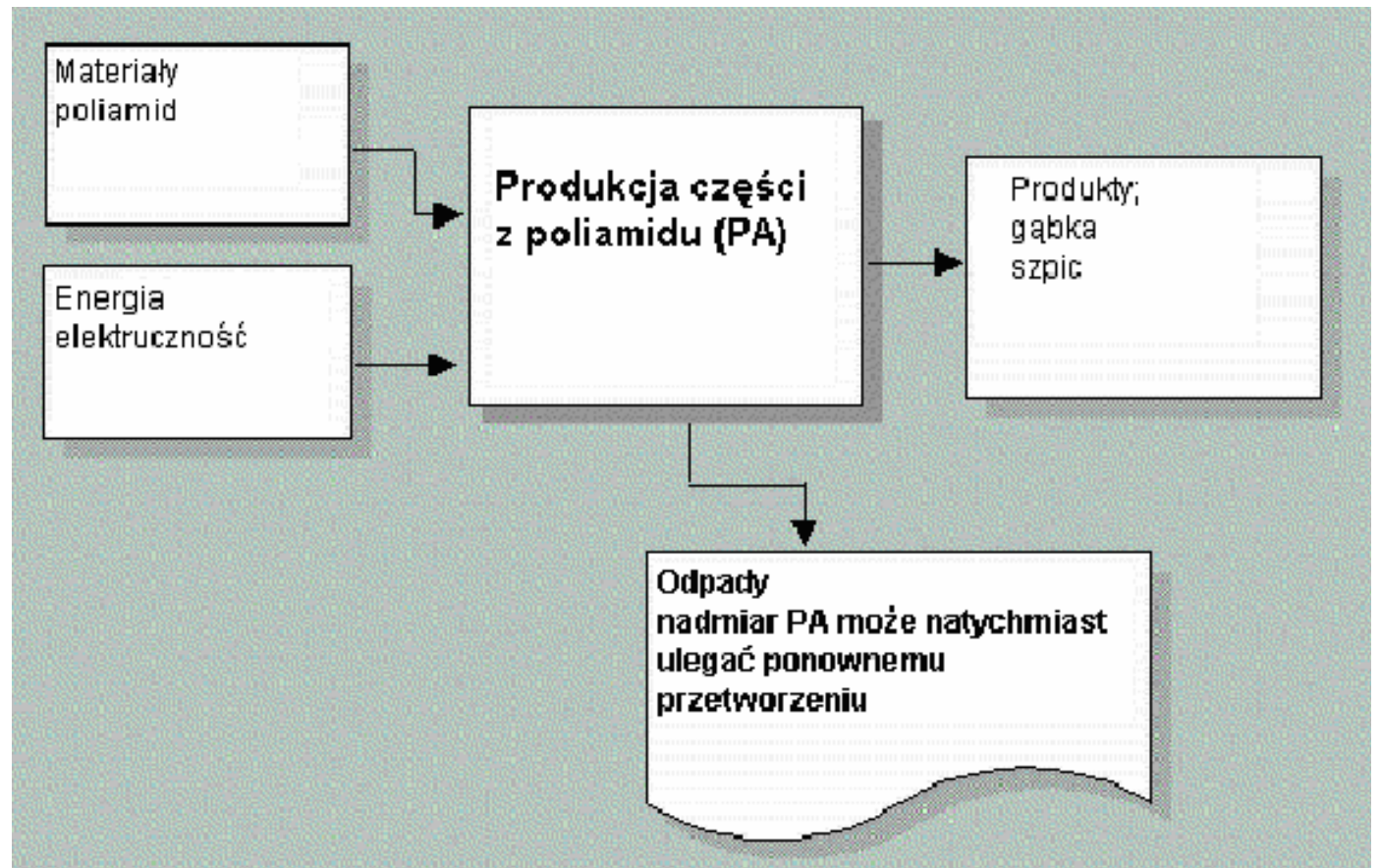


PRODUKCJA CZĘŚCI Z PA

szpic



gąbka



UPRAWA TRZCINY CUKROWEJ



Zmechanizowany
zbiór

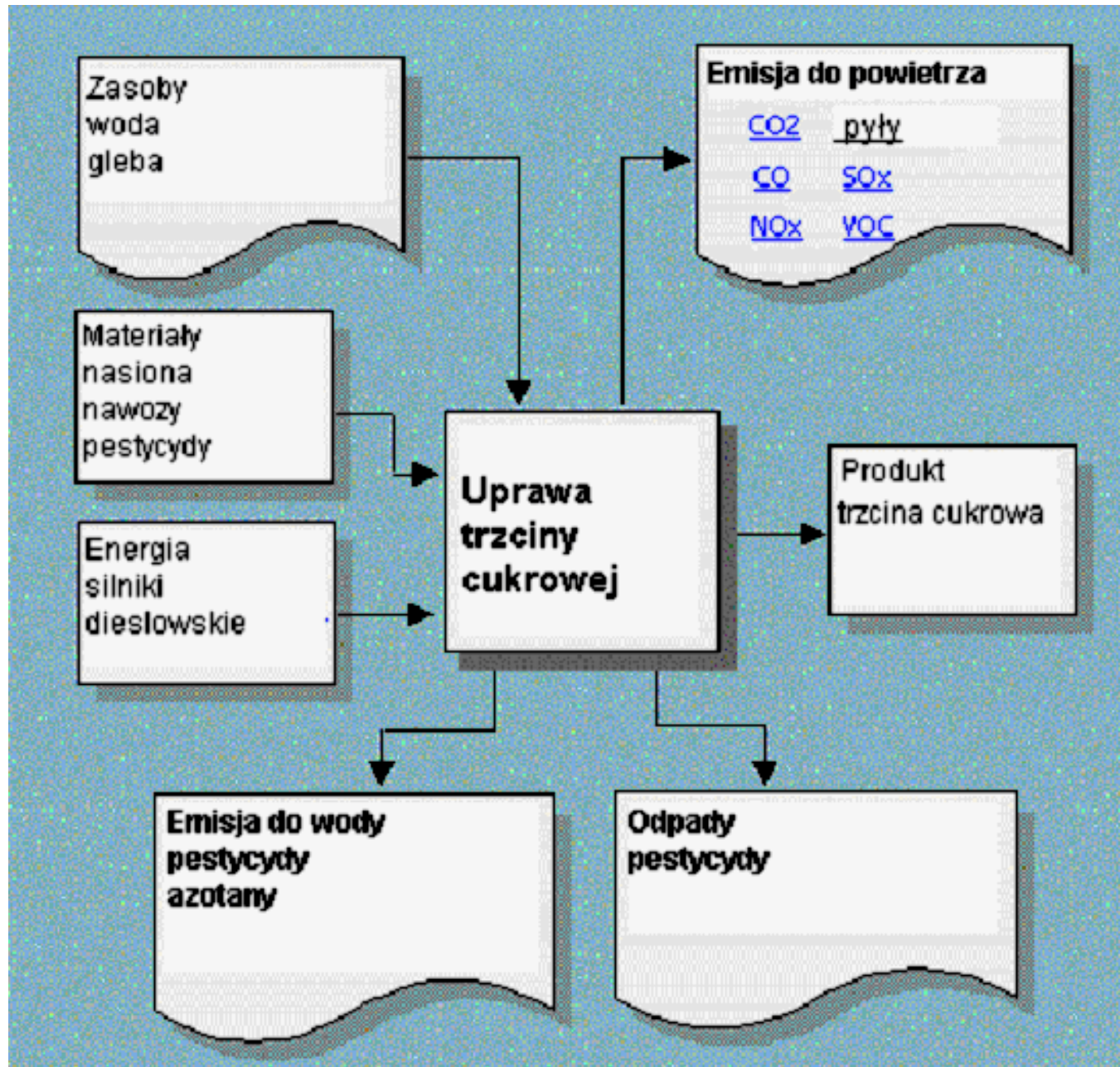


Transport



Wypalanie pól po
zbiorach

ODDZIAŁYWANIE NA ŚRODOWISKO



PRODUKCJA CUKRU I MELASY



Dostawa surowca

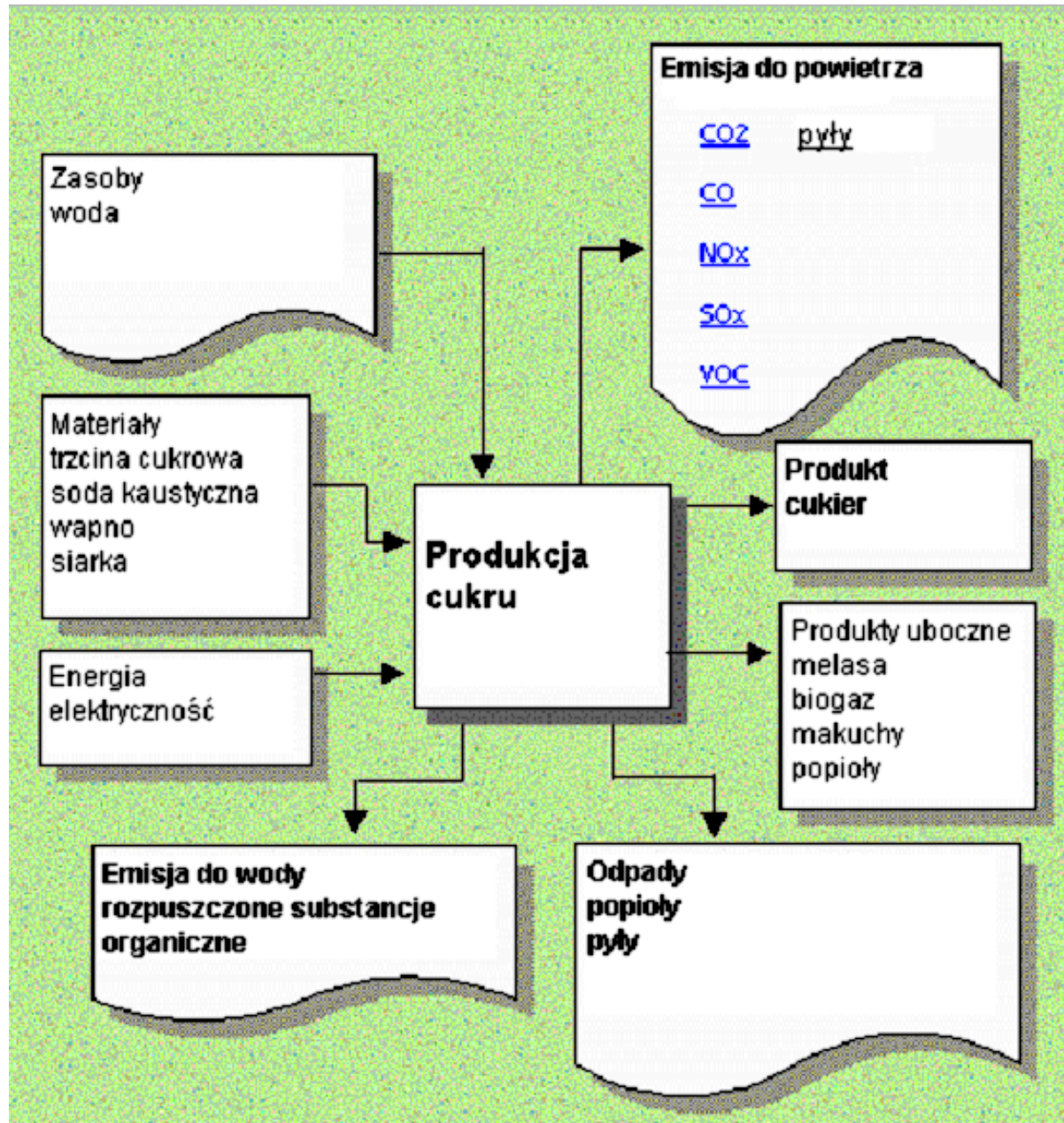


Cukrownia

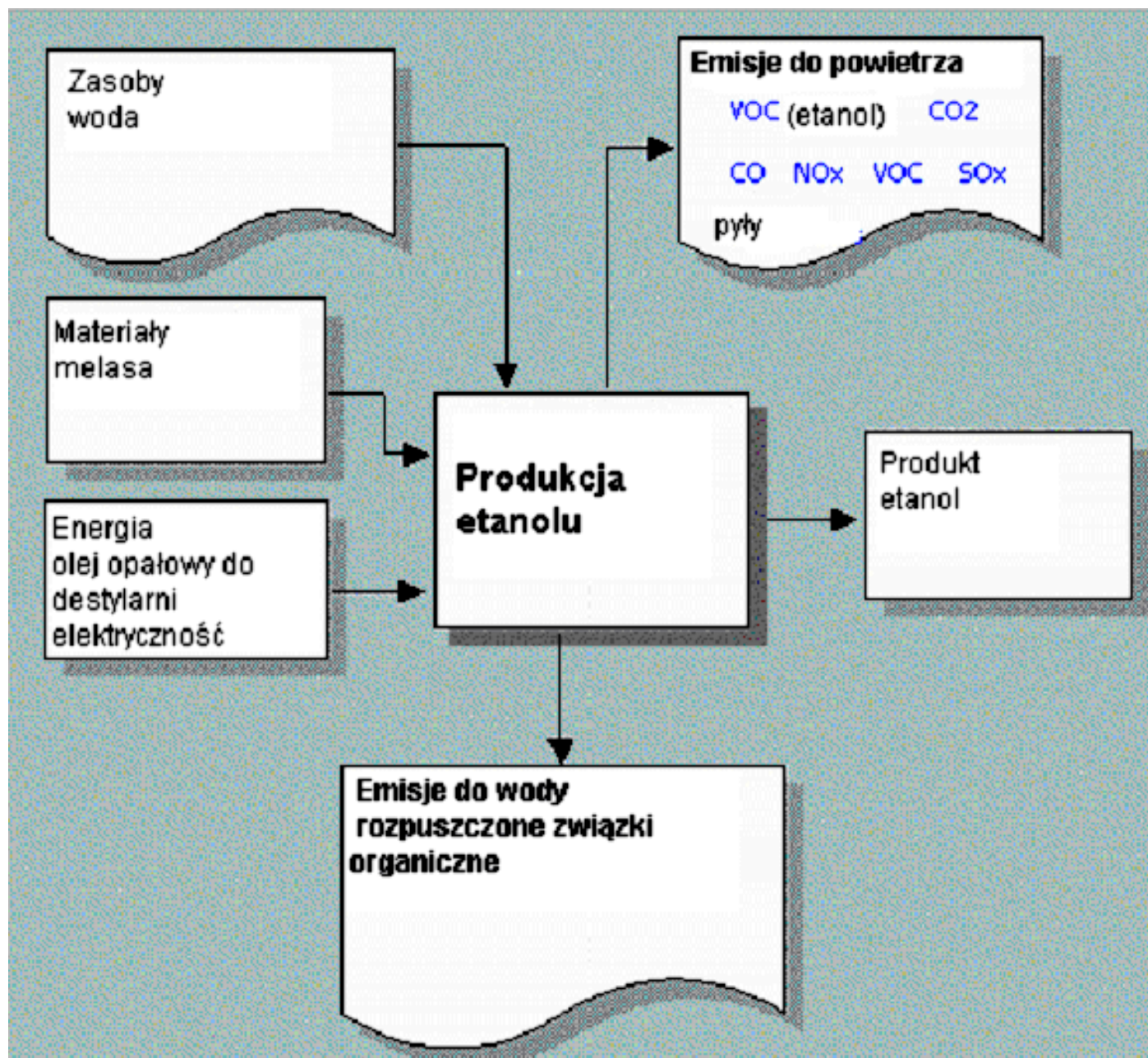


Urządzenia

ODDZIAŁYWANIE NA ŚRODOWISKO



PRODUKCJA ETANOLU W PROCESIE FERMENTACJI I DESTYLACJI MELASY



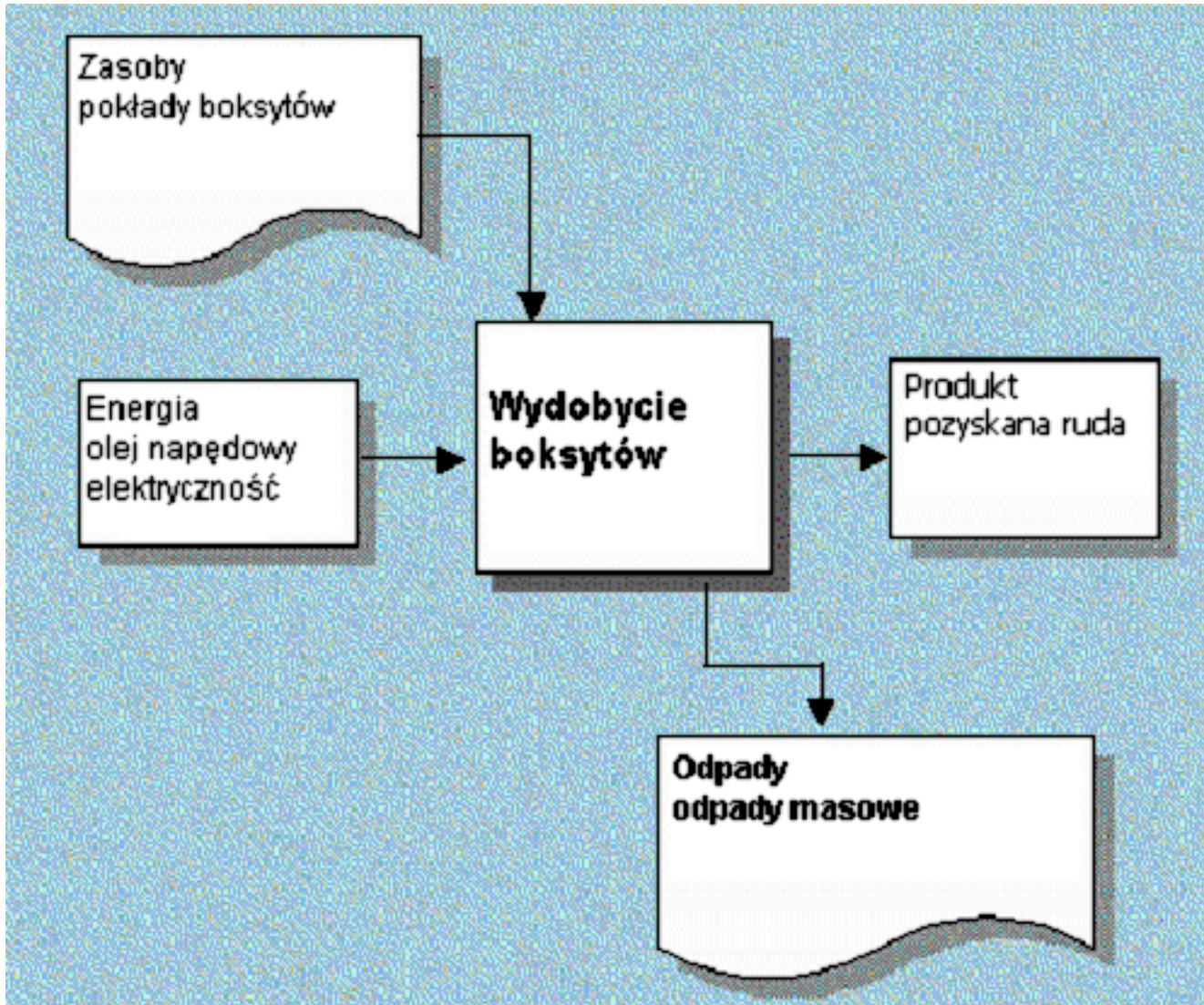
WYDOBYCIE BOKSYTÓW



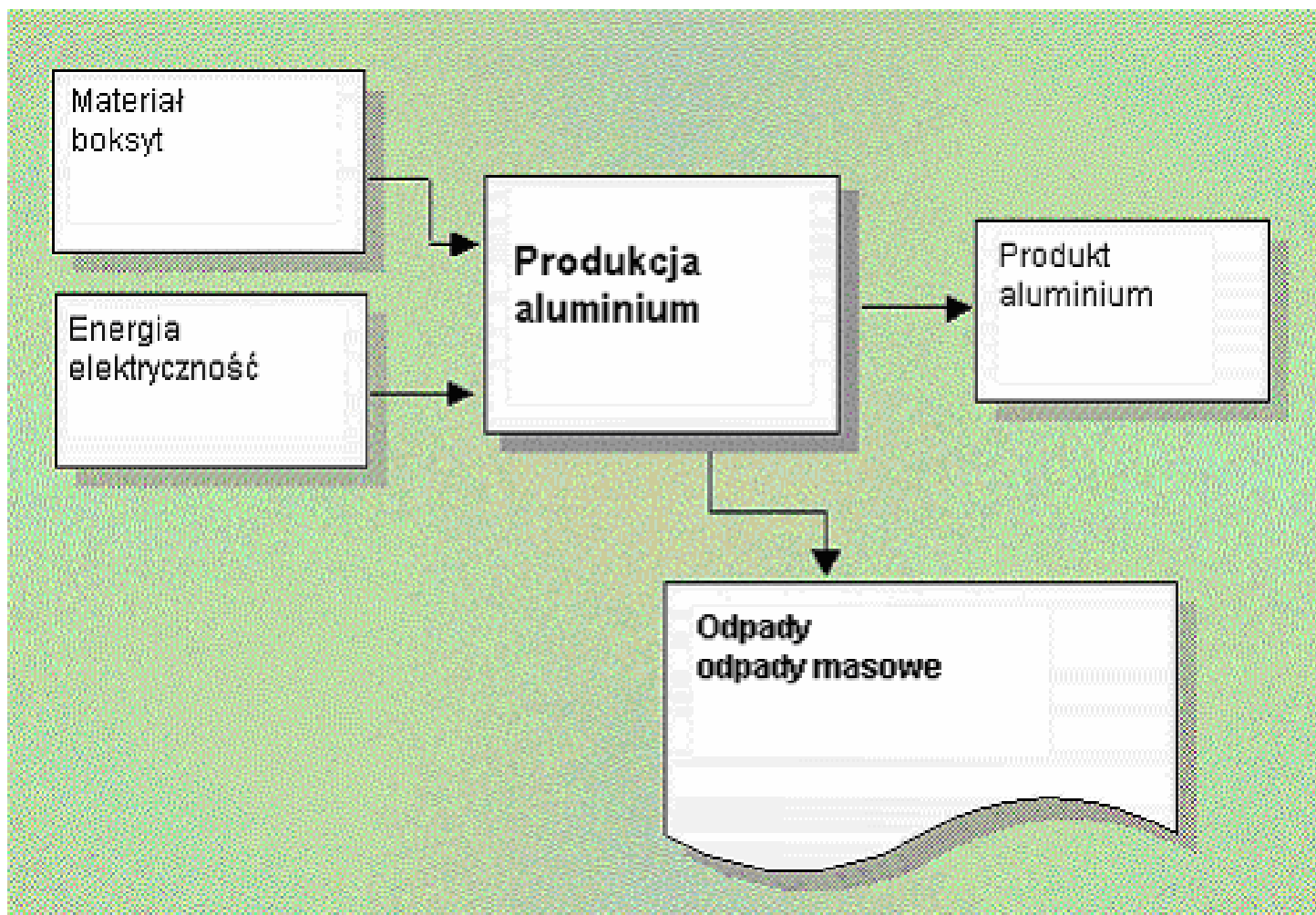
Kopalnia boksytu w Wenezueli



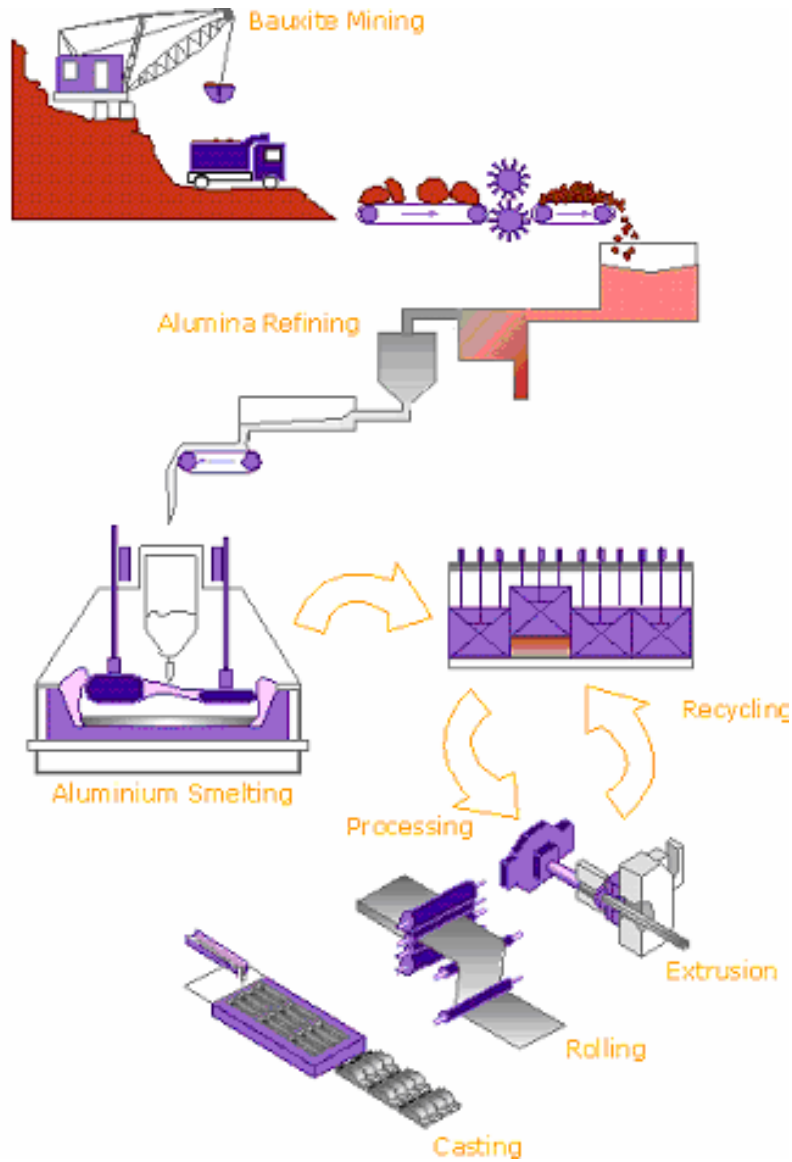
Transport rudy do przetwórnii



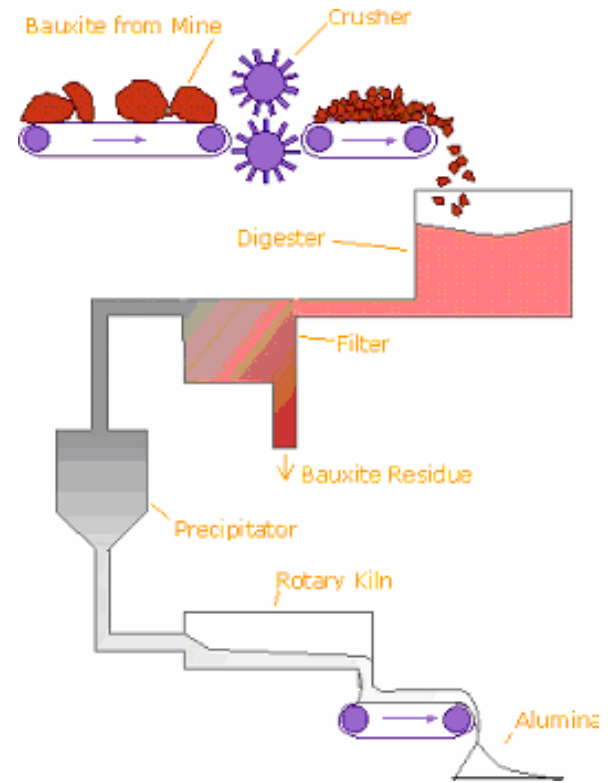
PRODUKCJA ALUMINIUM

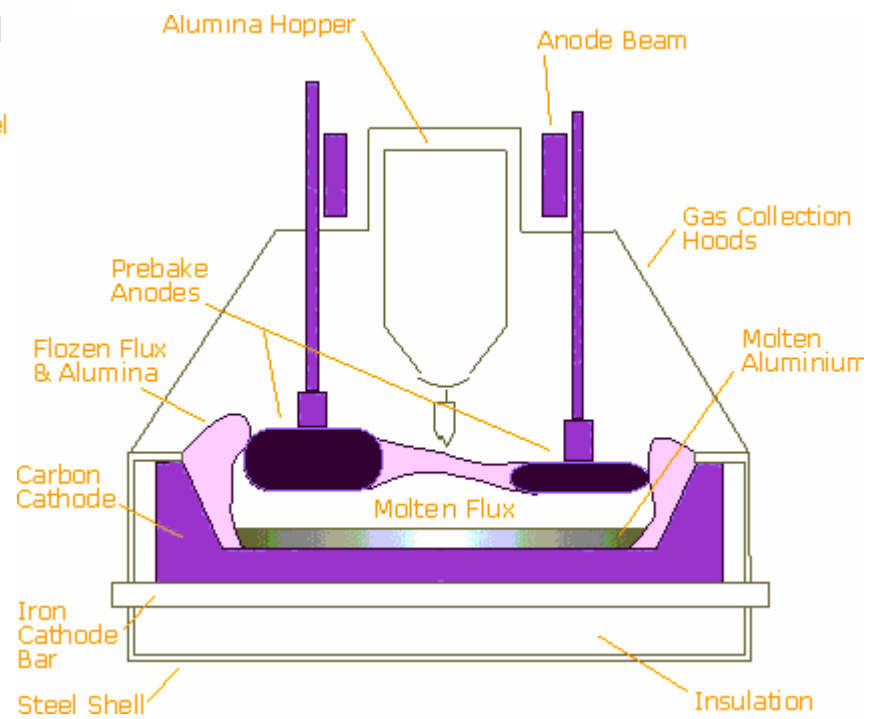
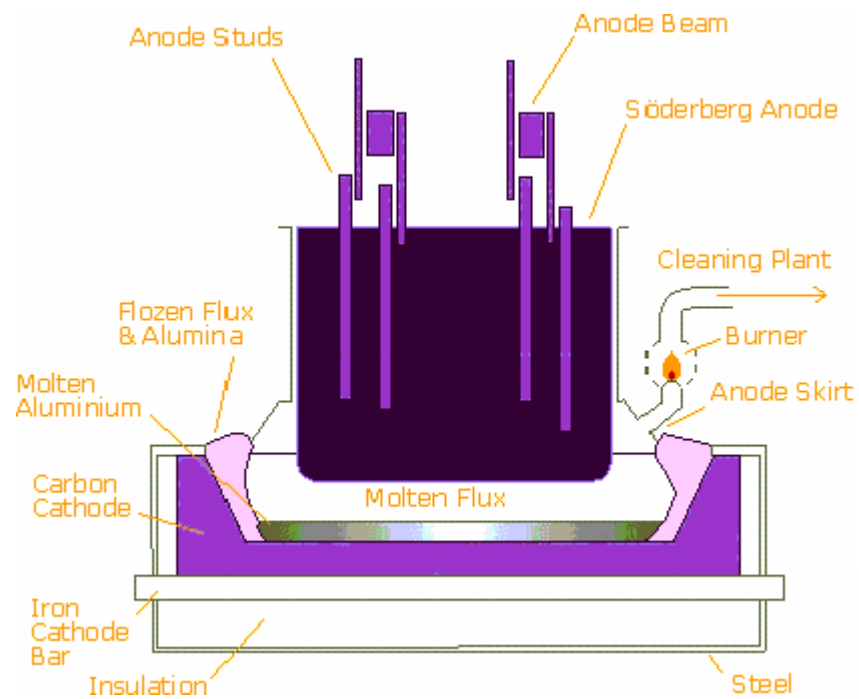


LCA aluminium

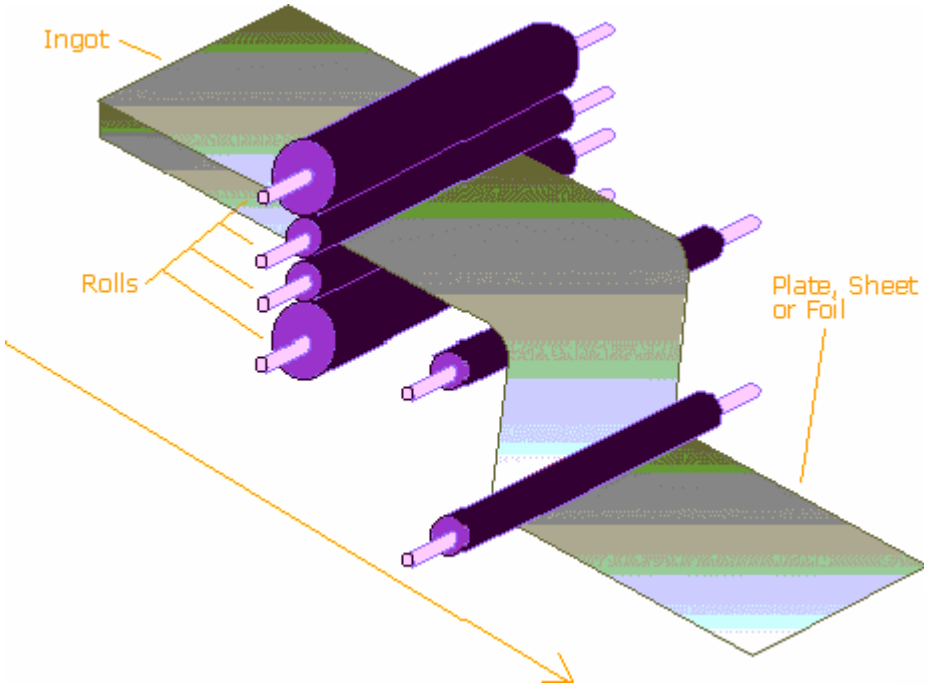


rafinacija

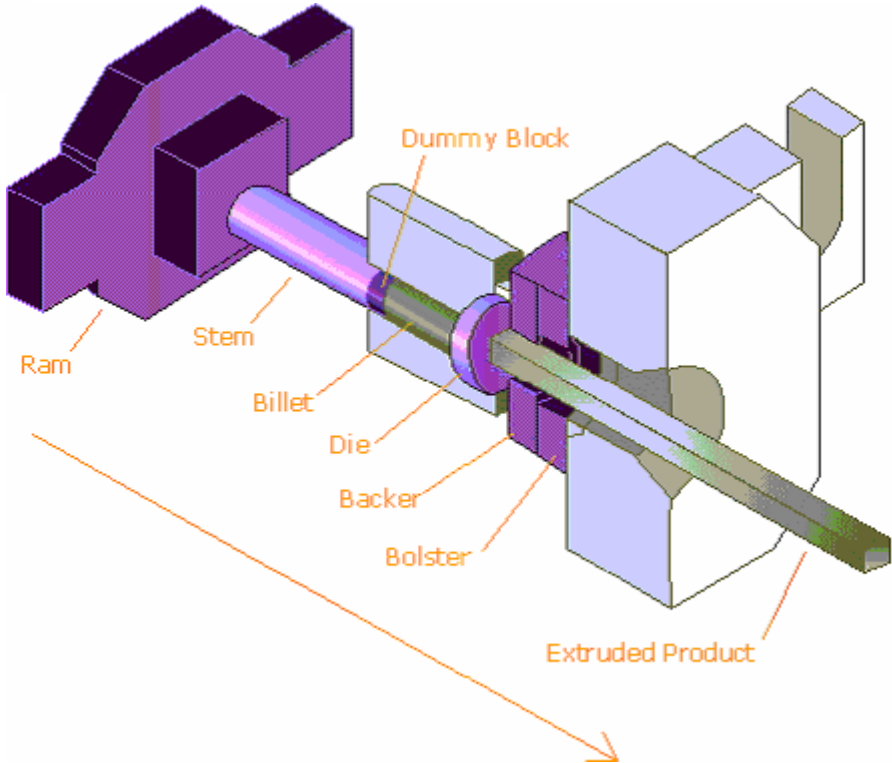




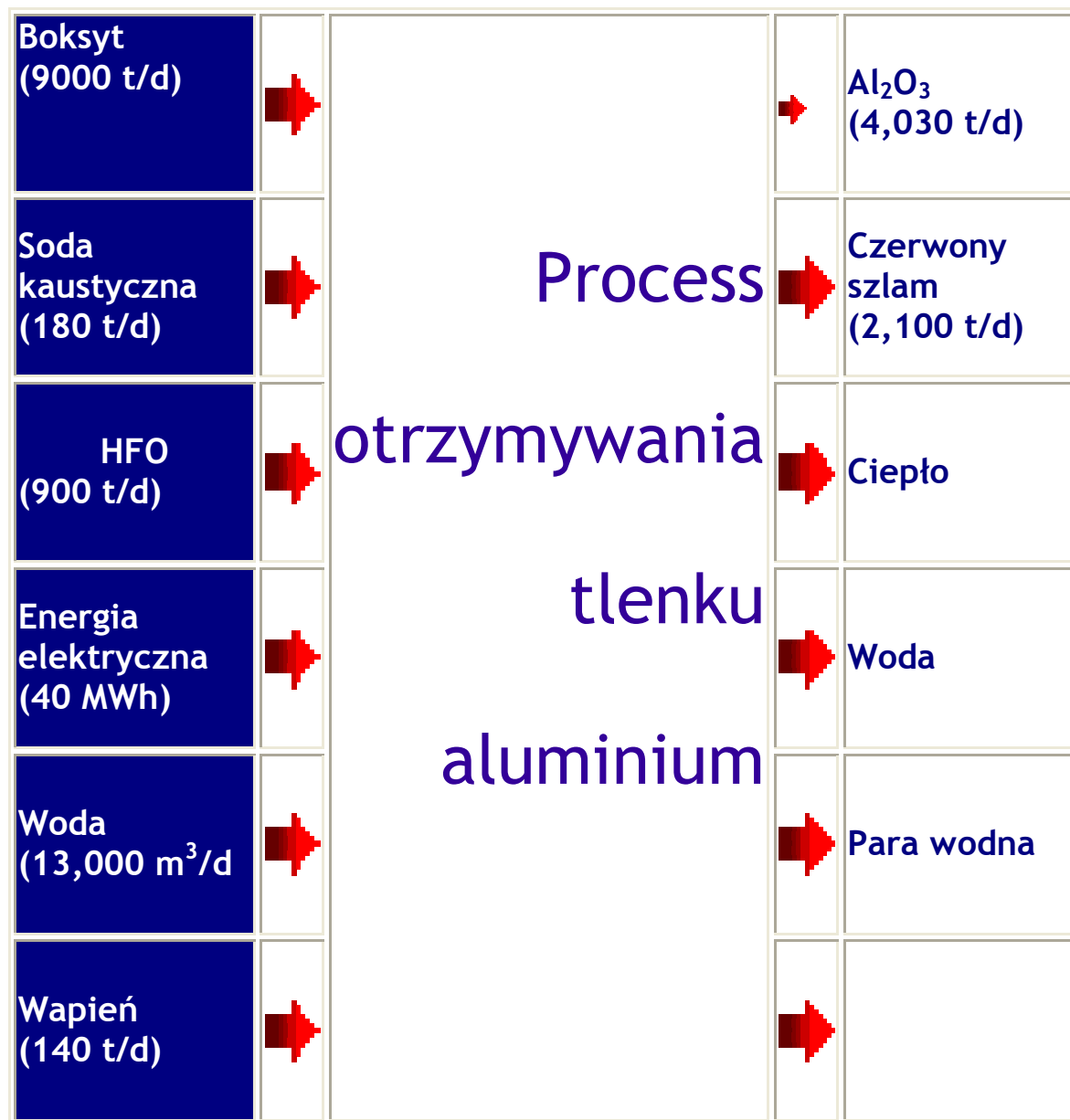
Cold Rolling



Extrusion



Rafinacja Al_2O_3 - wejścia & wyjścia



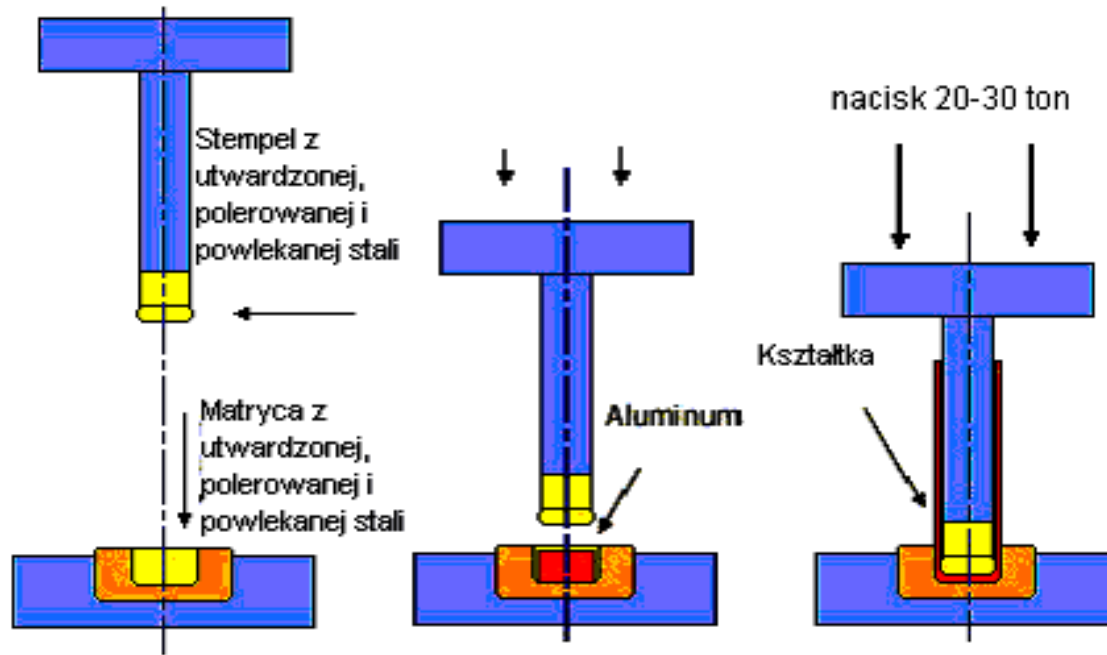
PRODUKCJA ALUMINIUM

WEJŚCIE: procesy i materiały

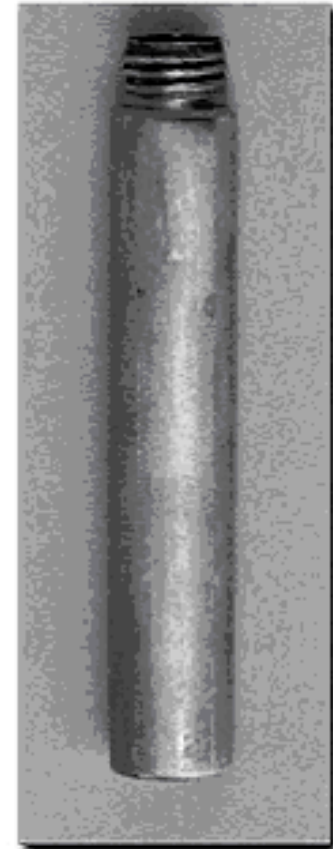
WYJŚCIE: zanieczyszczenia

Proces	Materiał	Emisje do atmosfery	Odpady produkcyjne	Inne odpady
Rafinacja boksytu	Boksyt, wodorotlenek sodowy	Pyły		Pozostałości zawierające Si, Fe, Ti, tlenki wapnia i substancje żrące
Oczyszczanie i wytrącanie tlenku glinowego	Szlam zawierający Al_2O_3 , skrobia, woda		Wody odpadowe zawierające skrobię, piasek i substancje żrące	
Kalcynacja (wypalanie) tlenku glinowego	Uwodniony tlenek glinowy	Pyły i para wodna		
Elektrolityczne wytapianie aluminium pierwotnego	Al_2O_3 , anody węglowe, wanny elektrolityczne, kriolit	Fluorki, CO_2 , SO_2 , Co, C_2F_6 , CF_4 i PFC		Zużyte wanny
Elektrolityczne wytapianie aluminium wtórnego ze złomu	Złom aluminiowy, olej opałowy lub gaz, chlor lub inne topniki	Pyły i HCl/Cl_2		Żużel zawierający magnez i chlorki
Aluminium wtórne – recykling żużla z procesu wytapiania	żużel, woda	Pył	Wody odpadowe, sole	

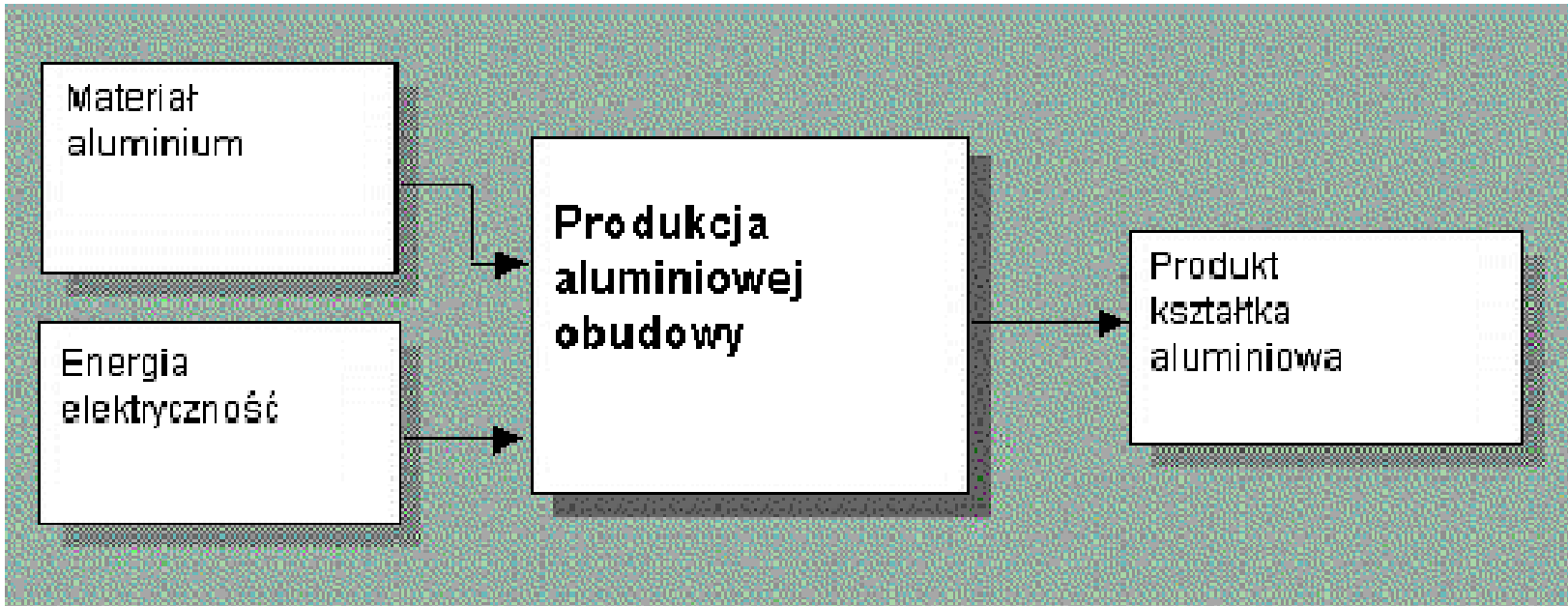
WYTWARZANIE KSZTAŁTEK ALUMINIOWYCH



Produkcja kształtek przez wyciskanie



Kształtka



MONTAŻ PRODUKTU

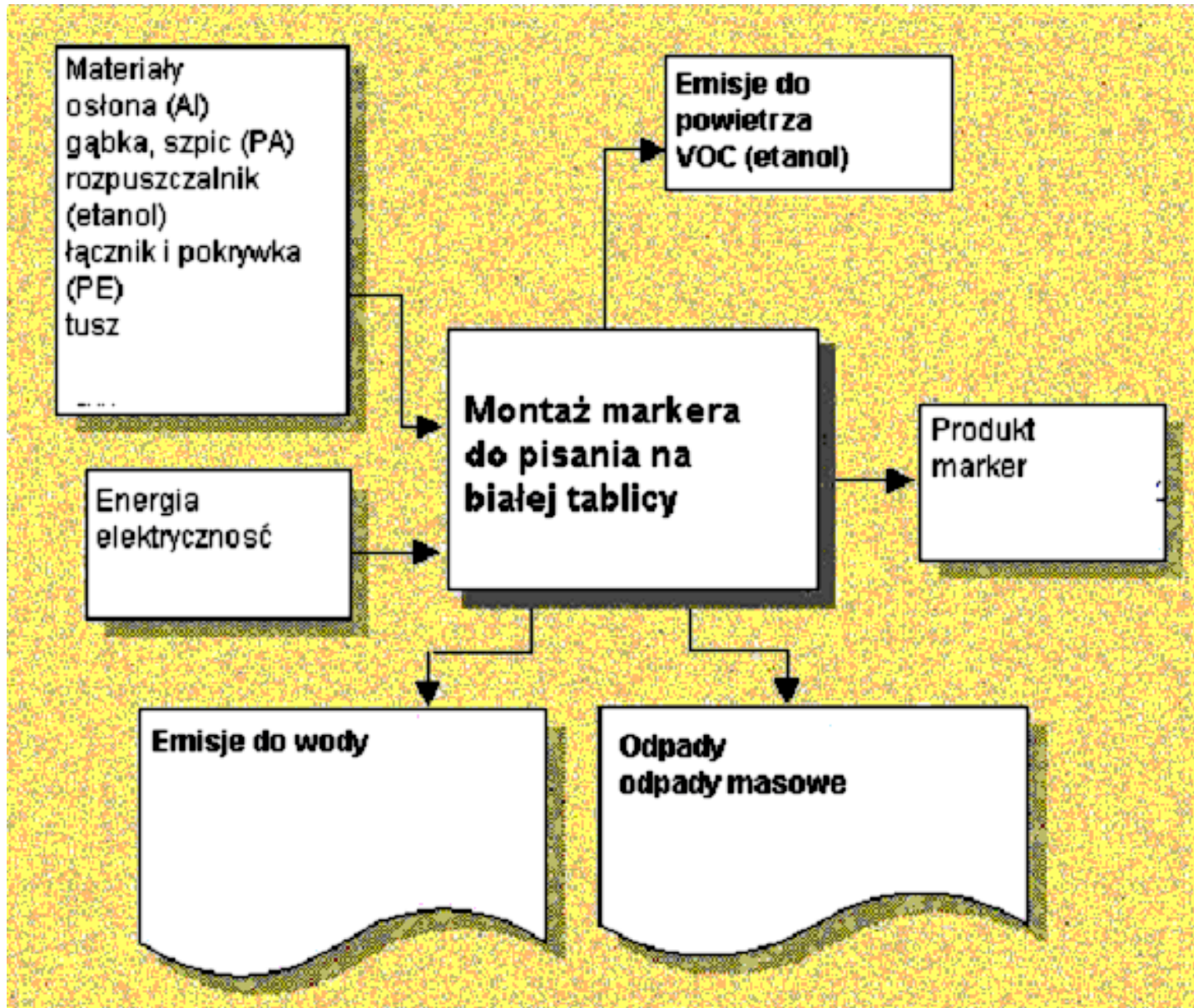


Elementy składowe

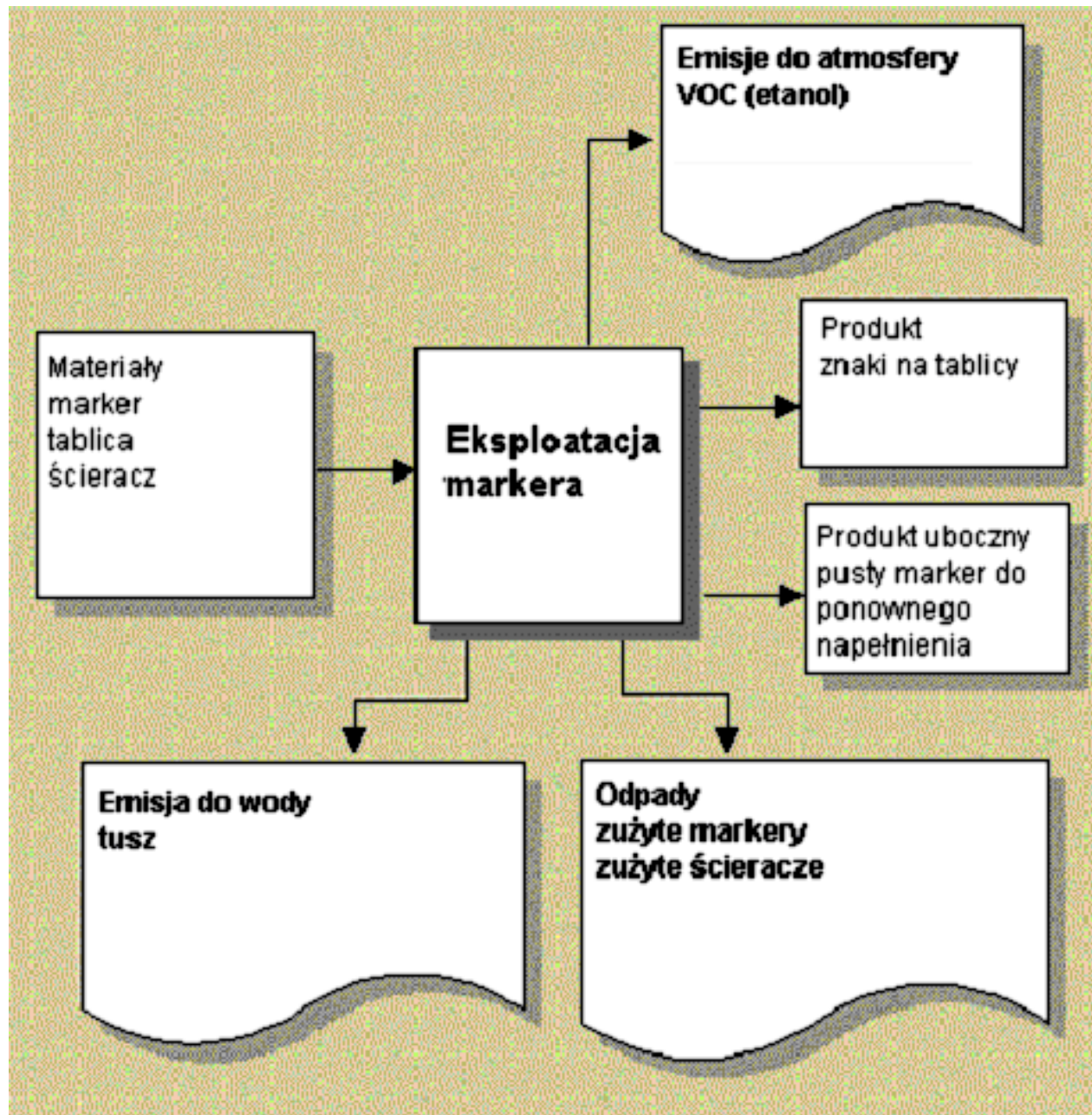


Gotowy wyrób

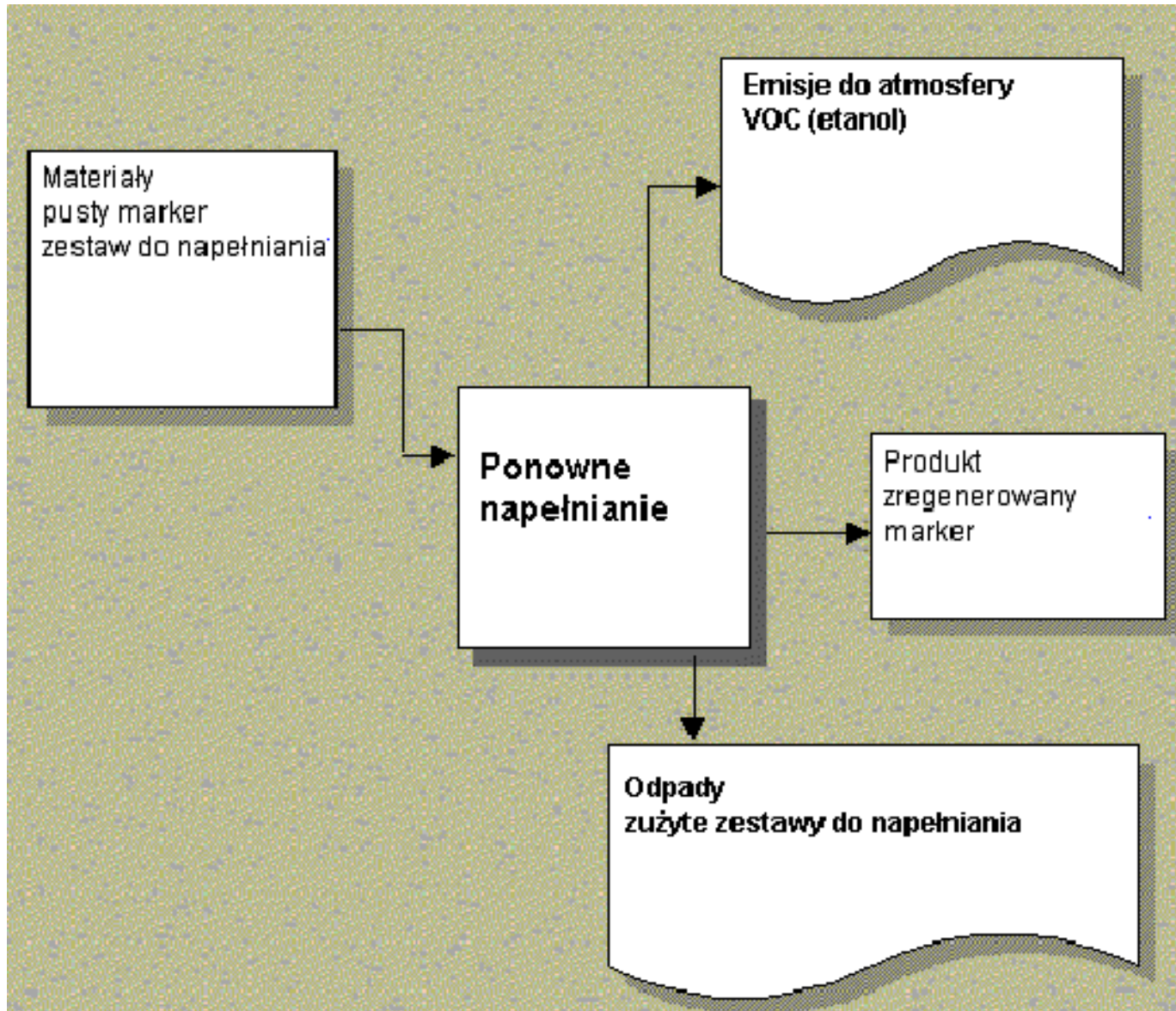
ODDZIAŁYWANIE NA ŚRODOWISKO



EKSPLOATACJA MARKERA



PONOWNE NAPEŁNIANIE MARKERA



ZAKOŃCZENIE ŻYCIA PRODUKTU

RECYKLING



Zbiórka materiałów
do odzyskania



Posegregowane odpady do
utylicacji



Wyroby z odzyskanego
aluminium

Jeżeli koszty pracy są znaczne a koszty materiałów niewielkie nie należy się spodziewać procesu recyklingu markerów ze względu na nieopłacalność ekonomiczną.

SKŁADOWANIE NA WYSYPISKACH

Aluminiowe osłonki, pod wpływem środowiska będą ulegać degradacji. Postępująca korozja uwolni zamknięte we wnętrzu resztki rozpuszczalników, które zmywane przez deszcze będą przesiąkać w głąb gleby powodując degradację gleby i wody.

Części z **tworzyw sztucznych (PA, PE)** nie ulegają degradacji innej niż pod wpływem promieniowania ultrafioletowego. Mogą w niezmiennym stanie przez setki lub tysiące lat zajmować wysypiska.

Pozostający rozpuszczalnik (**etanol**) może podlegać trzem procesom:

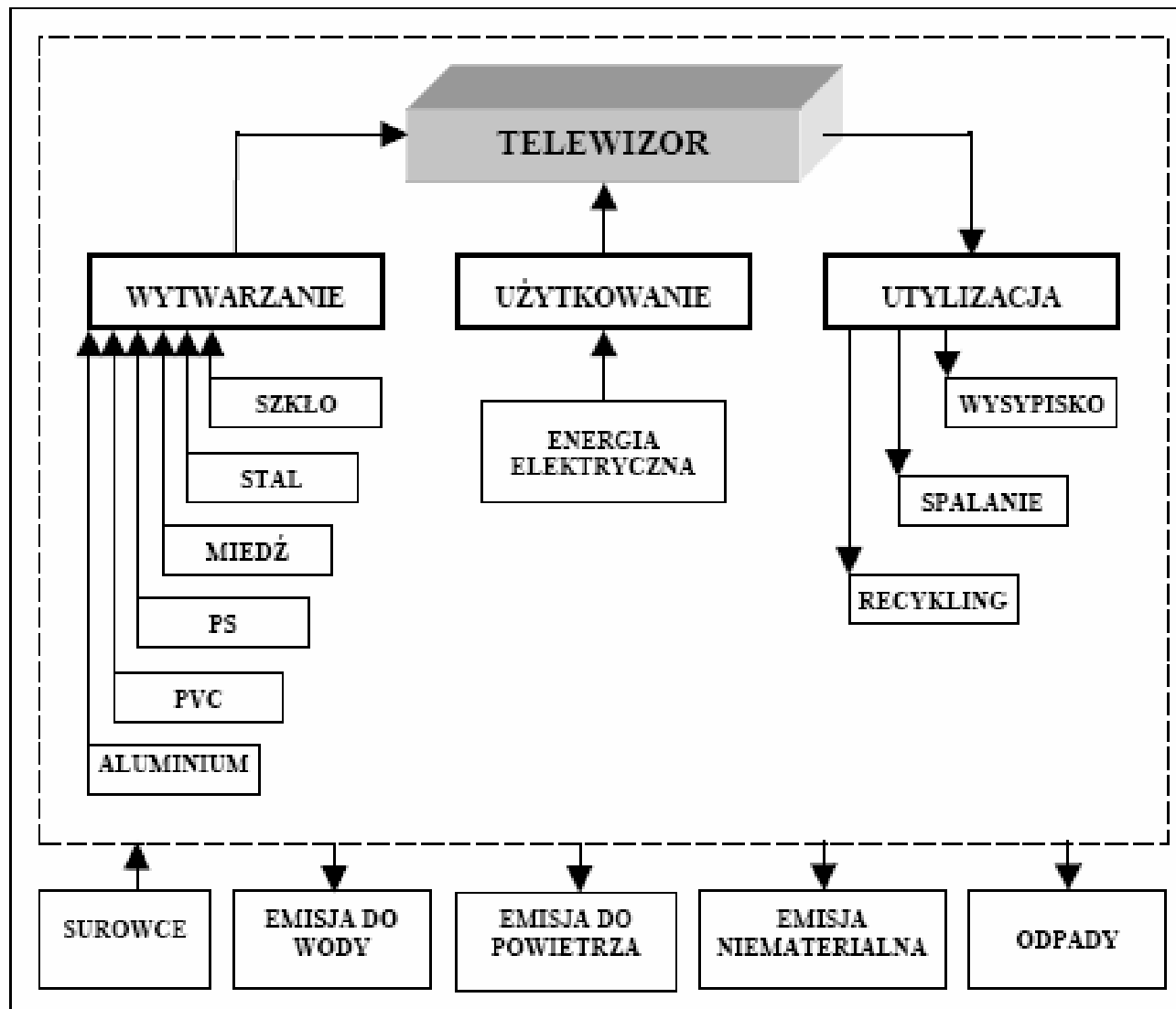
- Parowanie – emisja do atmosfery
- Biodegradacji – reakcje tlenowe i beztlenowe
- Wymywanie wraz z ługowaniem – skażenie gleby i wody

SPALANIE

Aluminiowe osłonki – w procesie spalania częściowo ulegną stopieniu ale część aluminium znajdzie się w popiołach wywożonych na składowiska gdzie stopniowo zacznie się utleniać i przenikać do gleby i wody w postaci jonów aluminium

Części plastikowe (**PA, PE**) i **rozpuszczalniki** ulegną całkowitemu spalaniu z wydzieleniem do atmosfery CO₂ i nieznacznych ilości VOC. Rozpuszczalnik może wpływać na formowanie się popiołów z zanieczyszczeń i dodatków. Dodatkowym efektem będzie odzysk energii.

TELEWIZOR



Rys. 1. Drzewo życia modelowego telewizora

FAZA PRODUKCJI

Eko-wskaźniki dla składników materiałowych modelowego telewizora

Rodzaj materiału	Ilość w telewizorze [kg]	Ekowskaźnik [Ew]
Szkło	24,55	1,4
Stal	3,1	0,27
Miedź	0,92	1,29
Polistyren PS	11	3,84
Polichlorek winylu PCV	2	0,59
Aluminium	0,33	0,26

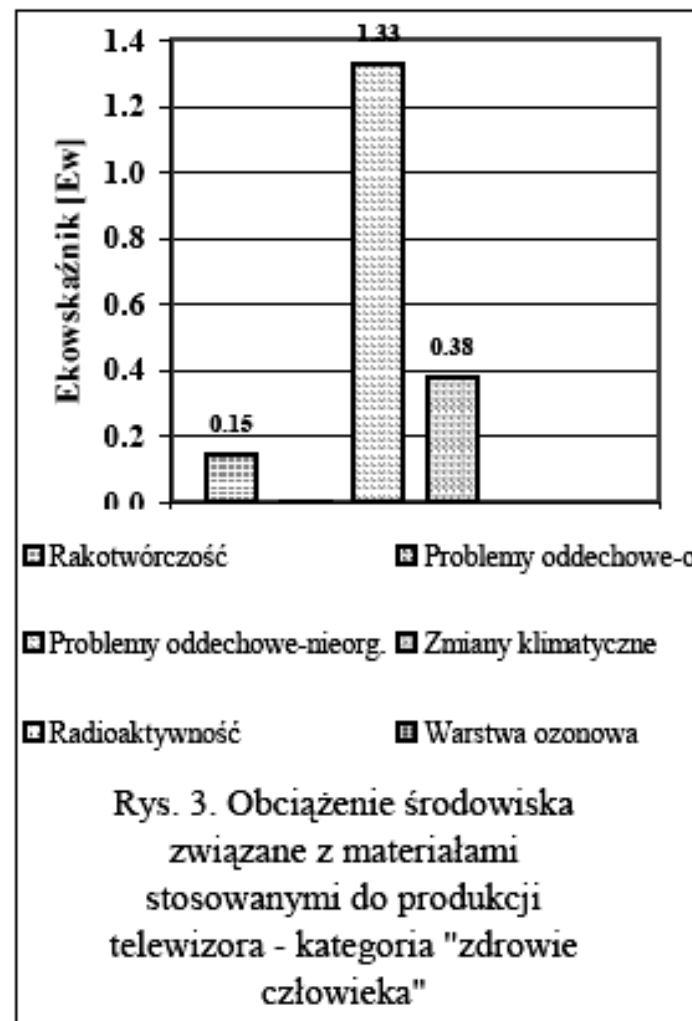
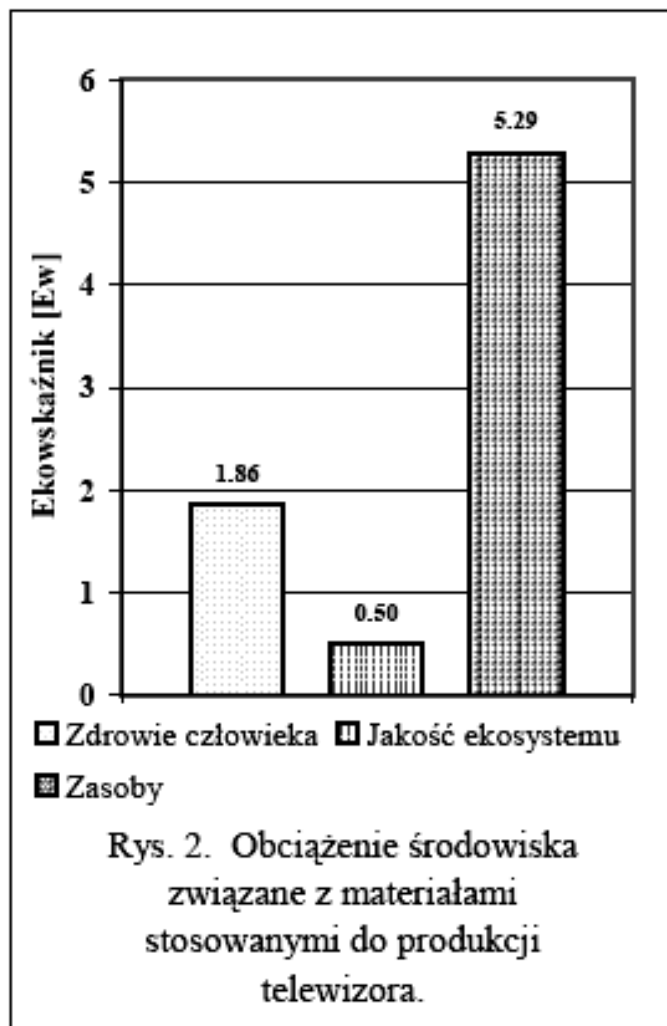
FAZA UŻYTKOWANIA

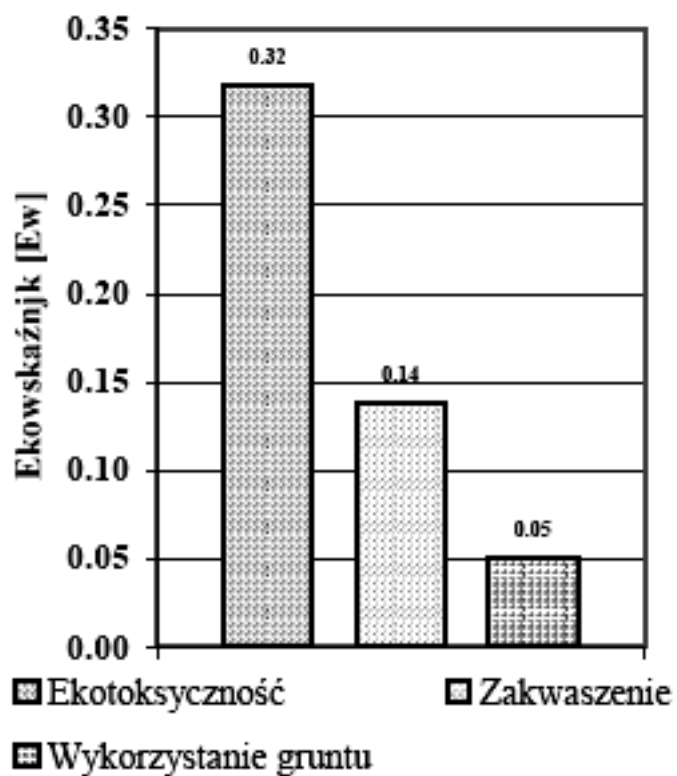
Przykładowe scenariusze zużycia energii przez odbiornik telewizyjny

	Scenariusz I	Scenariusz II	Scenariusz III
Okres użytkowania	10 lat	8 lat	10 lat
Czas oglądania	6 godzin/dobę	6 godzin/dobę	6 godzin/dobę
Pobór mocy w czasie oglądania	81 W	81 W	65 W
Czas „stand by”	18 godzin/dobę	18 godzin/dobę	18 godzin/dobę
Pobór mocy „stand by”	3 W	3 W	2,5 W
Obciążenie środowiska [Ew]	66,8	53,5	53,9

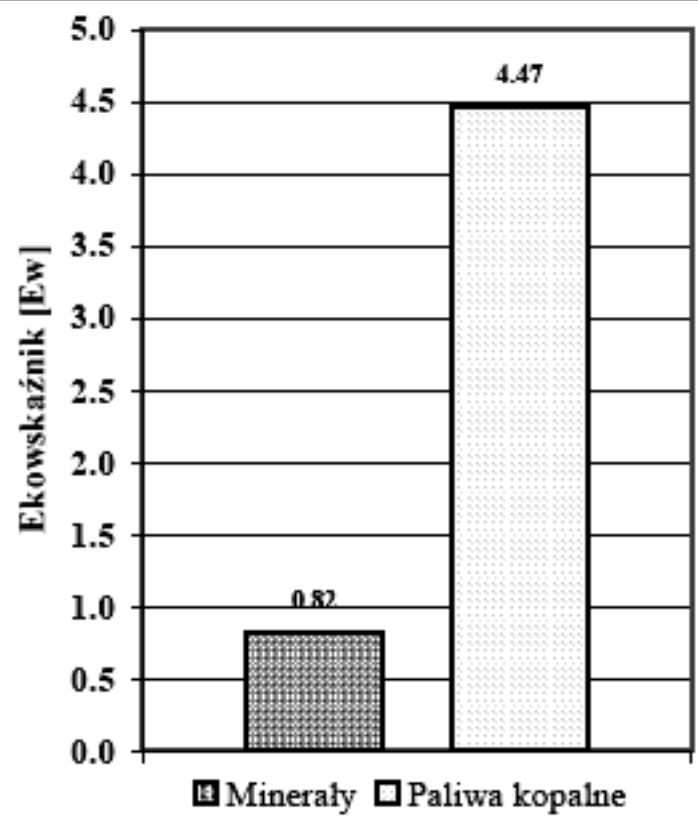
ANALIZA KOŃCA ŹYCIA TELEWIZORA
Scenariusze utylizacji telewizora

Sposób utylizacji	Scenariusz I	Scenariusz II	Scenariusz III
Recykling	0%	37%	10%
Wysypisko	70%	63%	90%
Spalanie	30%	0%	0%
Obciążenie środowiska [Ew]	0,0878	-1,29	-0.33

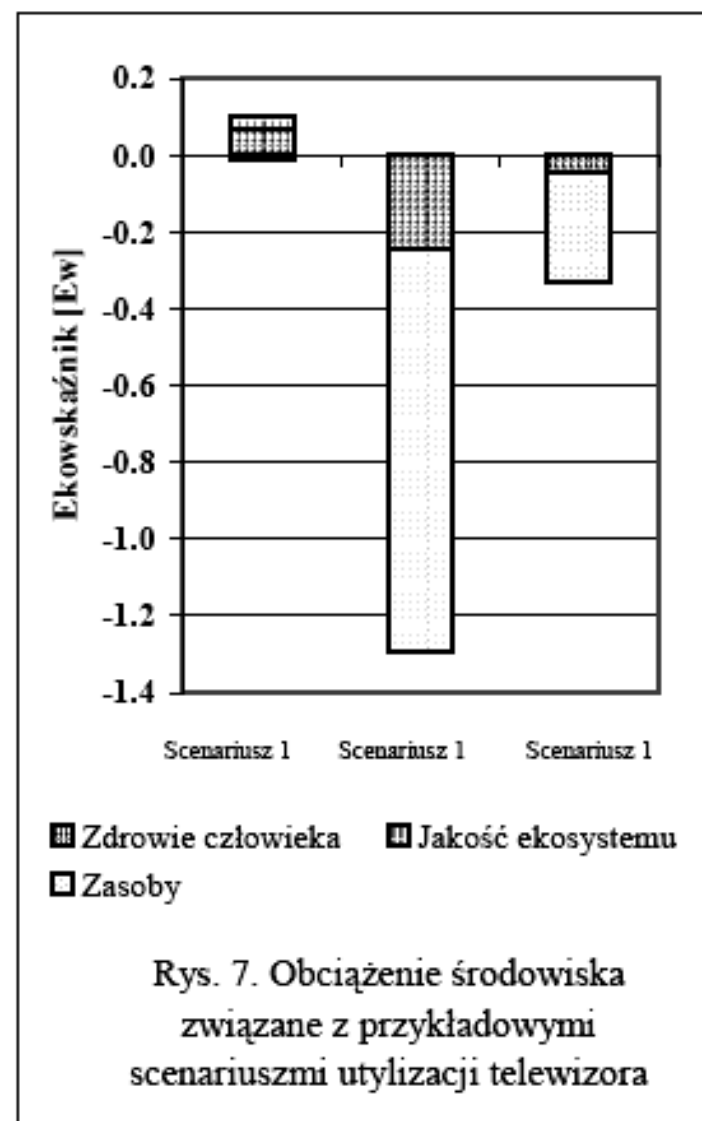




Rys. 4. Obciążenie środowiska związane z materiałami stosowanymi do produkcji telewizora- kategoria "jakość ekosystemu"



Rys. 5. Obciążenie środowiska związane z materiałami stosowanymi do produkcji telewizora - kategoria "zasoby"



Proekologiczna modernizacja odbiornika telewizyjnego powinna polegać na obniżeniu zużyciem energii elektrycznej w fazie użytkowania, ponieważ wpływy środowiskowe w tej fazie cyklu życia są największe

Porównanie wpływu na środowisko cykli życia monety i banknotu dolarowego

Które rozwiązanie moneta czy banknot jest lepsze z punktu widzenia wpływu na środowisko?

Najczęściej używanym w USA nominałem jest banknot jednodolarowy.

Banknot jest wykonany z papieru składającego się z 75% bawełny i 25% lnu (nie mogą pochodzić z recyklingu!) oraz farby drukarskiej na bazie oleju. Do druku używa się metalowe matryce, które polegają recyklingowi. W procesie produkcyjnym bielenie papieru. Po wycofaniu z obiegu banknoty podlegają cięciu ale odpady tylko w 10% podlegają recyklingowi, reszta jest składowana.

Moneta jednodolarowa jest wykonana ze stopu 88.5 % Cu, 6% Zn, 3.5% Mn i 2% Ni. Proces (i przepisy) pozwalają na całkowity recykling zarówno wszystkich odpadów produkcyjnych jak i wycofanych z obiegu monet.

Koszty produkcji:

- Banknot - 4 centy, czas życia 18 miesięcy
- Moneta – 8 centów, czas życia 30 lat

Figure 1. Coin dollar life cycle

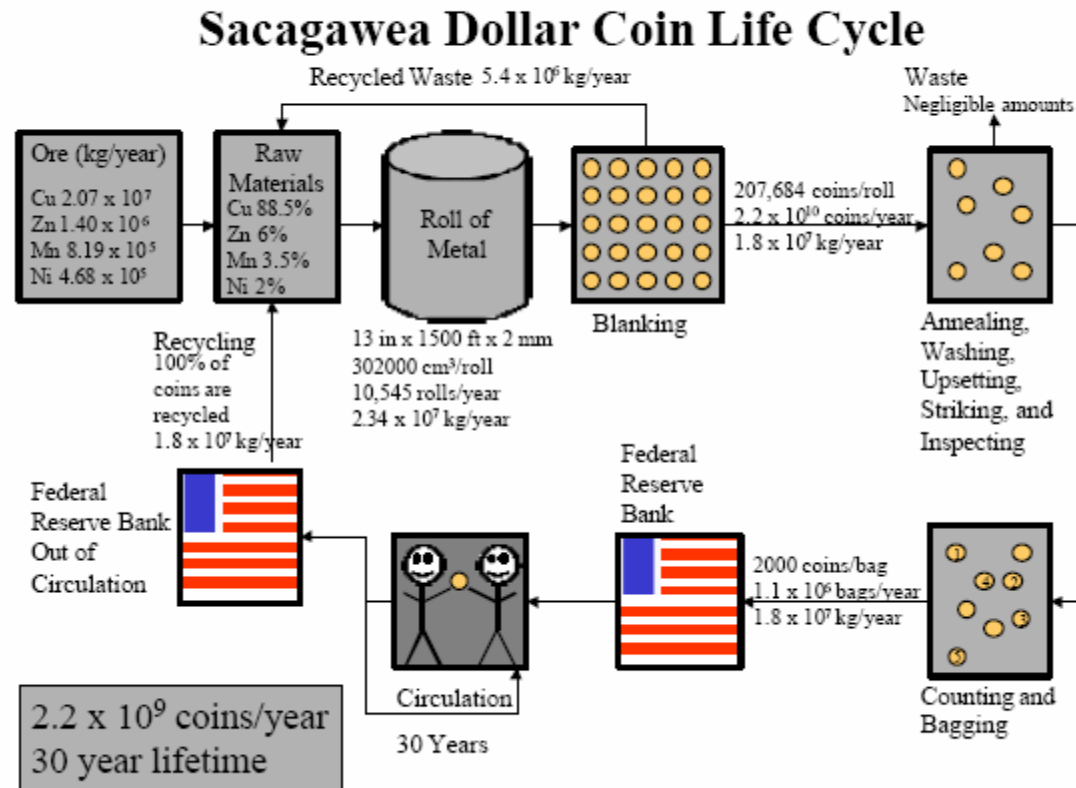
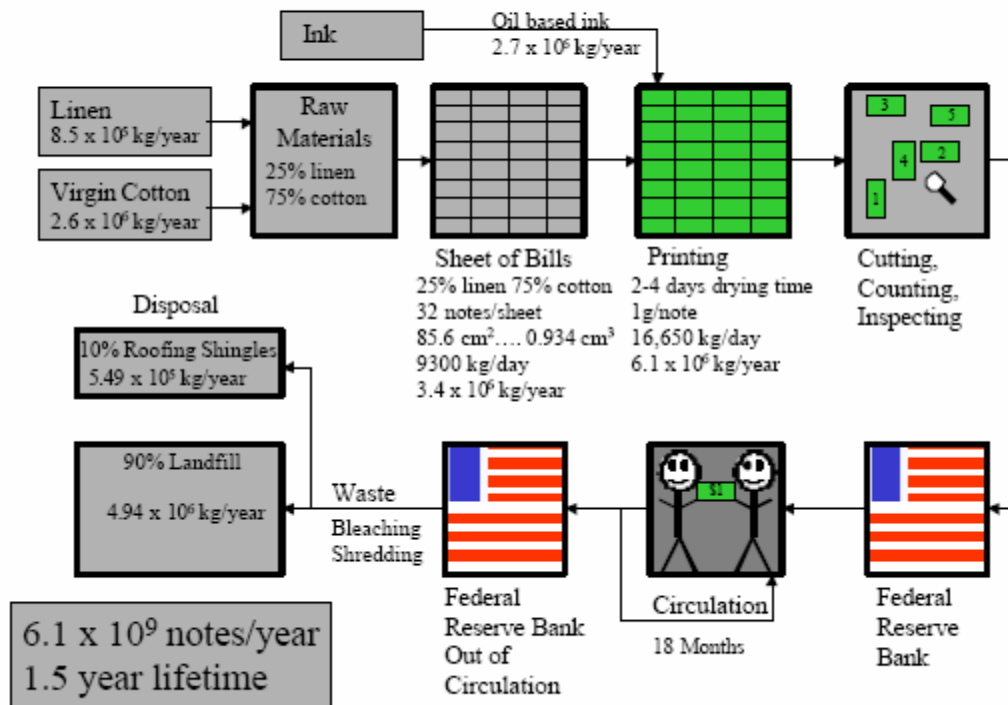


Figure 2. Paper dollar life cycle

George Washington Dollar Note Life Cycle



LCA

Surowce:

Cu, Zn, Mn, Ni – eksploatacja rud – źródło nieodnawialne, procesy wytopienia i walcowania – zamknięty obieg materiału metalowego

Papier – bawełna i len – surowce odnawialne ale każdorazowo należy dostarczyć świeże – obieg całkowicie otwarty.

Substancje bielące są wysoce uciążliwe dla otoczenia.

Składowanie powoduje zanieczyszczenie wody i powietrza.

Proces produkcyjny:

W obu przypadkach maksymalnie efektywny proces z minimalną ilością odpadów.

Pakowanie/transport/przechowywanie:

Koszty i procesy liczenia, transportowania i dystrybucji podobne dla monet i banknotów.

Recykling/składowanie odpadów:

Banknoty – składowanie – skażenie wody i atmosfery (metan, CO₂, H₂S)

Oddziaływanie na środowisko jest analizowany w 4 kategoriach:

- Ludzkie zdrowie (m.in. zagrożenie zdrowia ze względu na biologiczne skażenie i rozprzestrzenianie się chorób)
- Bezpieczeństwo ekosystemu (m.in. niszczenie habitatów, skażenie cieków wodnych)
- Social welfare** (m.in. oddziaływania ekonomiczne i psychospołeczne)
- Zużycie zasobów

ZUŻYTE ZASOBY [kg/rok]	MONETA	BANKNOT
Miedź	20.709.000	0
Nikiel	468.000	0
Cynk	1.404.000	0
Mangan	819.000	0
Farba drukarska (czarna i zielona)	0	2.700.000
Bawełna	0	2.550.000
Len	0	850.000
Transport	Taki sam	Taki sam
Energia	Taka sama	Taka sama
Czyszczenie (przed obiegiem)	x	0
Czyszczenie (po obiegu)	0	x
Inne	Takie same	Takie same
RAZEM	23.400.000	6.100.000

Odpady wygenerowane przez okres 30 lat

	Moneta	Banknot
Zużyte zasoby [kg/rok]	23.400.000	6.100.000
Okres produkcji ilości dolarów w obiegu (w latach)	7,6	27,4
Zasoby do produkcji ilości w obiegu	177.627.273	167.000.000
Zasoby zużyte do produkcji na obecnym poziomie [kg/30lat]	379.470.000	183.000.000
Zaoszczędzone zasoby w okresie 30 lat	201.842.727	16.000.000
Wygenerowane odpady [kg]	0	164.700.000

Oddziaływanie MONETY

0 – brak oddziaływania, 5- bardzo silne oddziaływanie

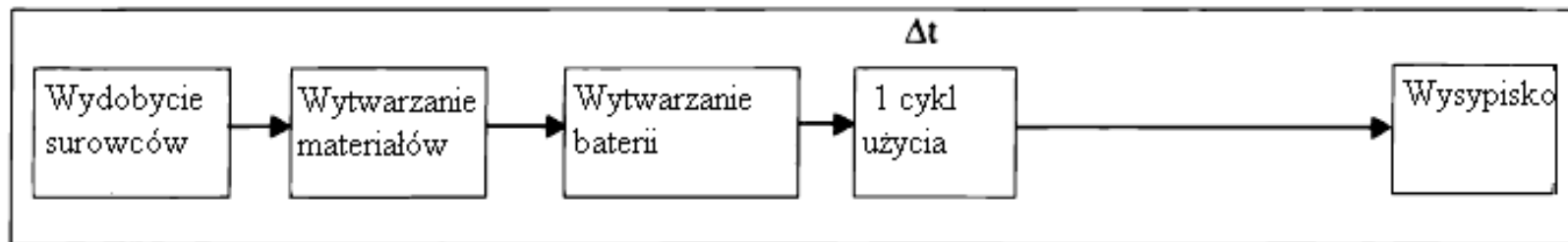
		zdrowie	ekosystem	zasoby	średnio
wytwarzanie	Cu	0	0	3	1
	Zn	0	0	2	0,667
	Mn	0	0	2	0,667
	Ni	0	0	2	0,667
recykling		0	0	0	0
odpady		0	0	0	0
				Średnio	0,5

oddziaływanie **BANKNOTU**

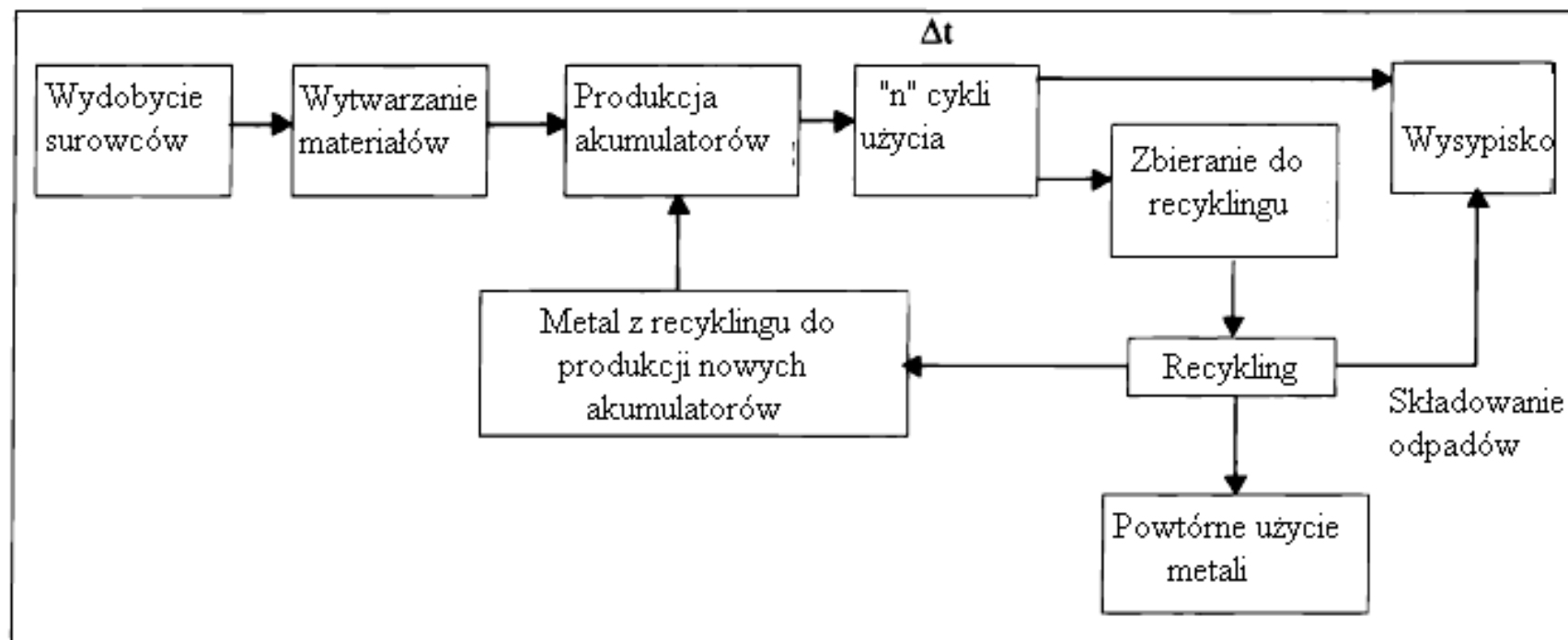
		zdrowie	ekosystem	zasoby	średnio
wytwarzanie	bawełna	0	0	3	1
	len	0	0	2	0,667
	farba	0	0	3	1
recykling		0	0	0	0
odpady		2	2	1	1,667
				średnio	0,867

Porównanie cyklu życia baterii i akumulatora

- Baterie – cynkowe, alkaliczne
- Akumulatory – niklowo-kadmowe
- Akumulatory – dłuższy czas eksploatacji, mniejsze obciążenie wysypisk (mniej wyrobów) ale odpady niebezpieczne, pobór energii elektrycznej na doładowanie, 4 razy wyższy koszt, 200 baterii jest zastępowane przez 1 akumulator
- Wymagania – produkcja o wartości 100mln\$
- Z punktu widzenia funkcjonalności produkcji baterii o wartości 100mln\$ odpowiada produkcja akumulatorów o wartości 2mln\$



Cykl życia baterii



Cykl życia akumulatora

Zużycie surowców dla osiągnięcia założonych wymagań – etap produkcji (10⁶ \$)

		baterie	akumulatory			
		primary	storage			
		\$100	\$100	\$2	\$100S/\$100P	\$100P/\$2S
fertilizers (\$)	nitrogenous	65	95	1.9	1.5	34
	ammonium nitrate	2 200	2 400	48	1.1	45
	ammonium sulfate	4 100	5 600	110	1.4	37
	organic fertilizers	26 000	24 000	478	0.93	54
	phosphatic fertilizers	14	7	0.14	0.50	100
fuels	super phosphates	2 600	2 200	43	0.83	60
	bituminous coal (t)	26 000	23 000	466	0.9	56
	natural gas (t)	7 000	7 600	152	1.1	46
	liquefied natural gas (t)	500	540	11	1.1	46
	liquefied petroleum gas (t)	800	670	13	0.84	60
	motor gasoline (t)	990	1700	34	1.7	29
	kerosene (kg)	880	870	17	1.0	51
	aviation and jet fuel (t)	450	430	8.6	0.9	51
	light and heavy fuel oil (t)	3 100	4 100	82	1.3	38
ores (t)	iron	11 000	2 800	56	0.3	190
	copper	19 000	68 000	1 400	3.7	14
	bauxite	840	1100	22	1.3	39
	gold	16 000	66 000	1 300	4.1	12
	silver	340	800	16	2.3	21
ores (\$)	ferroalloy	21 000	9 400	190	0.4	110
	lead and zinc	93 000	758 000	15 000	8.2	6.1
	uranium and vanadium	8 900	57 000	1 100	6.5	7.7
water use (10 ⁶ L)	intake	3 100	1 900	38	0.62	81
	recycled and reused	5 100	2 900	58	0.57	87
	discharged untreated	1 400	870	17	0.60	83
electricity (10 ⁶ kWh)		63	96	1.9	1.5	33
fuel conversion (TJ)		1 400	1 400	28	1.0	49

Wpływ na środowisko dla osiągnięcia założonych wymagań – etap produkcji (10⁶ \$)

		primary	storage			
		\$100	\$100	\$2	\$100S/\$100P	\$100P/\$2S
conventional pollutants (t)	SO ₂	350	760	15	2.2	23
	CO	490	580	12	1.2	42
	NO ₂	260	280	5.6	1.1	46
	volatile organic compds	82	94	1.9	1.1	43
	lead (particulate)	0.56	5.5	0.11	9.8	5.1
	particulate matter < 10	35	38	0.77	1.1	45
TRI chemicals (t)	nonpoint air releases	15	15	0.29	1.0	51
	point air releases	40	216	4.3	5.4	9.3
	air releases	55	230	4.6	4.2	12
	water releases	2.9	3.2	0.064	1.1	45
	land releases	7.3	6.3	0.13	0.9	58
	underground releases	22	168	3.4	7.8	6.4
CMU-ET chemicals (t of sulfuric acid equiv)	offsite transfers	230	3600	72	15	3.2
	nonpoint air releases	9.1	33	0.67	3.7	13
	point air releases	26	196	3.9	7.7	6.5
	air releases	35	230	4.6	6.6	7.6
	water releases	1.1	2.9	0.059	2.6	19
	land releases	8.0	8.3	0.17	1.0	48
RCRA hazardous waste (t)	underground releases	140	970	19	6.8	7.4
	offsite transfers	2 300	71 000	1 400	31	1.6
	generated	8 500	15 000	295	1.7	23
	managed	8 000	13 000	260	1.6	25
	shipped	500	1 800	36	3.7	11
	global warming potential (t of CO ₂ equiv)	101 000	101 000	2 030	1.0	50
ozone depletion potential (kg of CFC-11 equiv)	87	134	2.7	1.5	33	
median external cost due to criteria air emissions (\$10 ⁶)	2.8	3.6	0.072	1.3	38	

- Ponieważ użytkownicy często nie zdają sobie sprawy z różnicy wymagań różnych urządzeń, **baterie**, używane jednorazowo, są bardzo często są wyrzucane przed całkowitym wyładowaniem
- **DZIAŁANIE NIEWŁAŚCIWE Z PUNKTU WIDZENIA ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO!**
- Zużycie energii przy ładowaniu **akumulatorów** wynosi średnio $0,079 \pm 0,062$ kWh/kg, co przy średnio 200 cyklach ładowania daje 16 ± 12 kWh/kg.
- Średnia masa AANiCd – 21g, cena 3\$, dla produkcji wartej 2 mln\$, dla 200 cykli zużycie energii wynosi $0,22 \pm 0,17$ mln kWh.
- Energia elektryczna może pochodzić z różnych źródeł i powodować różne obciążenie dla środowiska.
- Największe obciążenie dla przypadku 1000 ładowań dla każdego akumulatora powoduje zapotrzebowanie na energię elektryczną ok. 2,0 mln kWh w cenie 0,045 \$/kWh co daje energię o wartości 90 000 \$

Zużycie surowców dla osiągnięcia założonych wymagań – etap użycia (10⁶ \$)

		electric services	total use	100P/total
fertilizers (\$)	nitrogenous	0	1.9	34
	ammonium nitrate	4.1	52	42
	ammonium sulfate	1.4	113	36
	organic fertilizers	6.1	480	53
	phosphatic fertilizers	0	0.14	100
fuels	super phosphates	0.90	44	59
	bituminous coal (t)	408	870	30
	natural gas (t)	25	180	39
	liquefied natural gas (t)	0.85	12	43
	liquefied petroleum gas (t)	0.61	14	57
	motor gasoline (t)	1.04	35	28
	kerosene (kg)	0.60	18	49
	aviation and jet fuel (t)	0.23	8.8	52
	light and heavy fuel oil (t)	13	95	32
	ores (t)	iron	0.74	56
copper		2.1	1400	14
bauxite		0.042	22	39
gold		0.46	1300	12
silver		0.0079	16	21
ores (\$)	ferroalloy	1.9	190	110
	lead and zinc	4.0	15,000	6.1
	uranium and vanadium	0.54	1100	7.7
water use (10 ⁶ L)	intake	0.28	39	80
	recycled and reused	0.71	59	86
	discharged untreated	0.12	17	82
electricity (10 ⁶ kWh)		0.012	1.9	33
fuel conversion (TJ)		13	41	33

Wpływ na środowisko dla osiągnięcia założonych wymagań – etap użycia (10⁶ \$)

		electric services	total use	100P/total
conventional pollutants (t)	SO ₂	11	30.2	12
	CO	0.57	15	33
	NO ₂	5.3	12	21
	volatile organic compds	0.090	2.4	34
	lead (particulate)	0.00031	0.14	4.1
	particulate matter < 10	0.33	1.3	27
TRI chemicals (t)	nonpoint air releases	0.0016	0.36	40
	point air releases	0.0045	5.4	7.4
	air releases	0.0061	5.8	9.5
	water releases	0.00055	0.080	36
	land releases	0.0023	0.16	46
	underground releases	0.00079	4.2	5.2
	offsite transfers	0.018	89	2.6
CMU-ET chemicals (t of sulfuric acid equiv)	nonpoint air releases	0.00070	0.84	11
	point air releases	0.0062	4.9	5.2
	air releases	0.0069	5.7	6.0
	water releases	0.00018	0.074	15
	land releases	0.017	0.21	39
	underground releases	0.00083	24	5.9
RCRA hazardous waste (t)	offsite transfers	0.18	1800	1.3
	generated	15	370	23
	managed	14	330	24
global warming potential (t of CO ₂ equiv)	shipped	0.78	46	11
		2100	4600	22
ozone depletion potential (kg of CFC-11 equiv)		0.013	3.4	26
median external cost due to criteria air emissions (\$10 ⁶)		0.056	0.15	19

Jeżeli baterie są zastępowane akumulatorami to wymagana jest pewna minimalna ilość cykli użycia (ładowań) aby zrównoważyć silniejsze, negatywne oddziaływanie na środowisko na etapie wytwarzania.

Przykład : emisja TRI (substancje toksyczne) do powietrza;

bateria 55 t (x egzemplarzy),

akumulator 230 t (y egzemplarzy) –dla wartości produkcji 100mln\$, a ponieważ akumulator jest 4 razy droższy to:

$$x = 4 y$$

Emisja TRI przy produkcji 4y egzemplarzy akumulatorów:

$$230 t \cdot 4 = 920 t$$

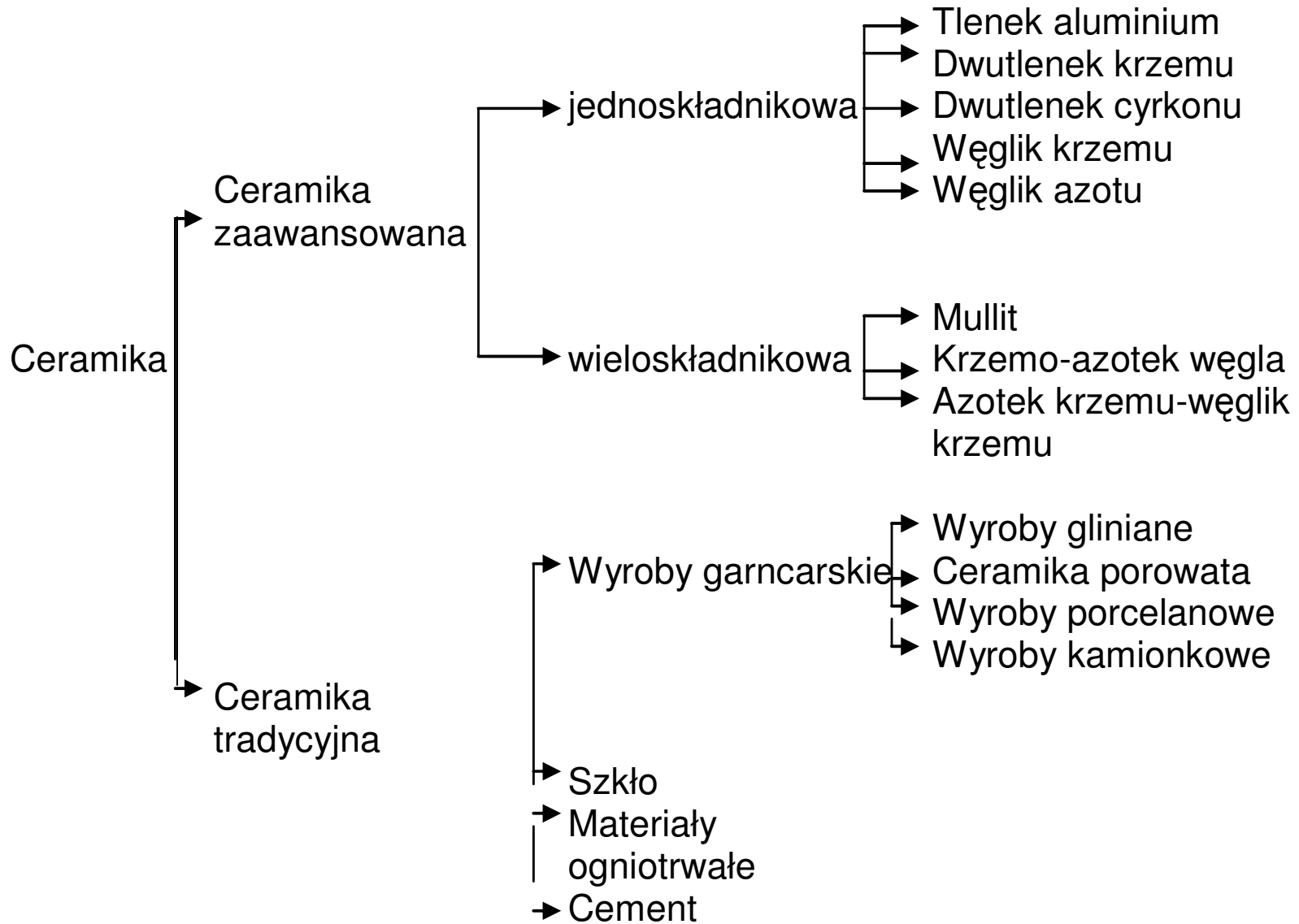
Emisje dla baterii i akumulatorów zrównoważą się gdy akumulator zostanie naładowany:

$$920 : 55 \approx 17$$

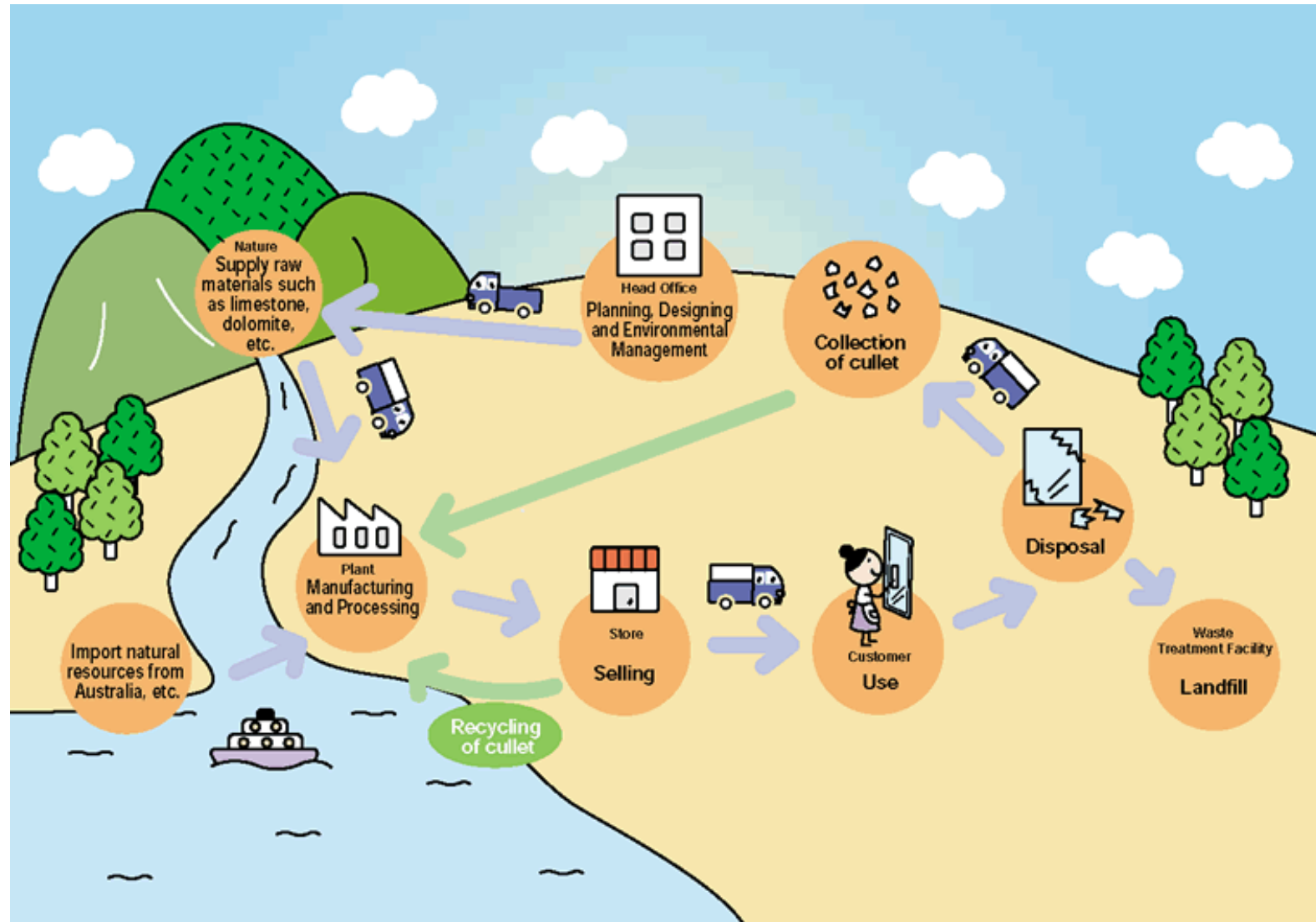
minimum 17 razy

Ceramika

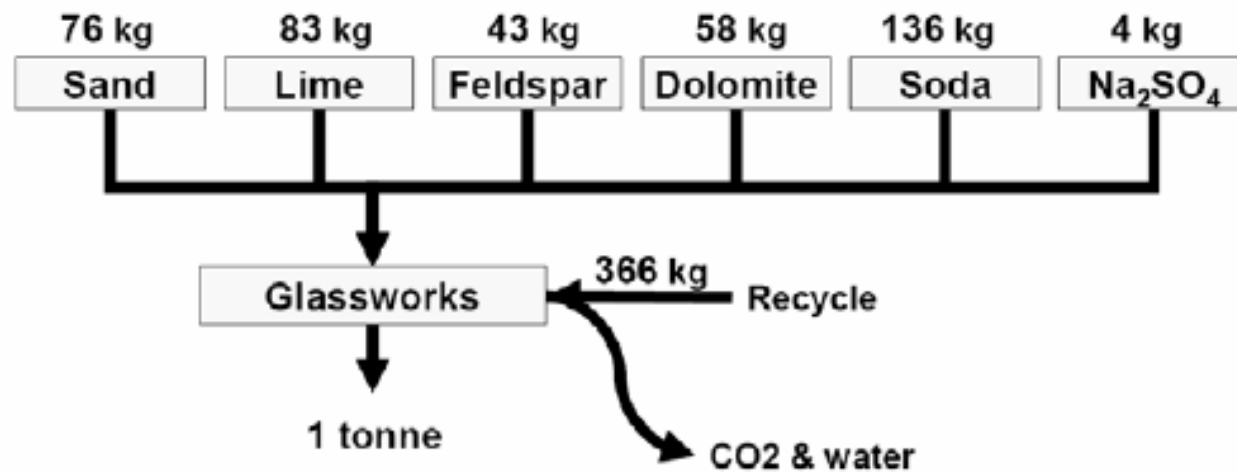
Klasyfikacja ceramiki

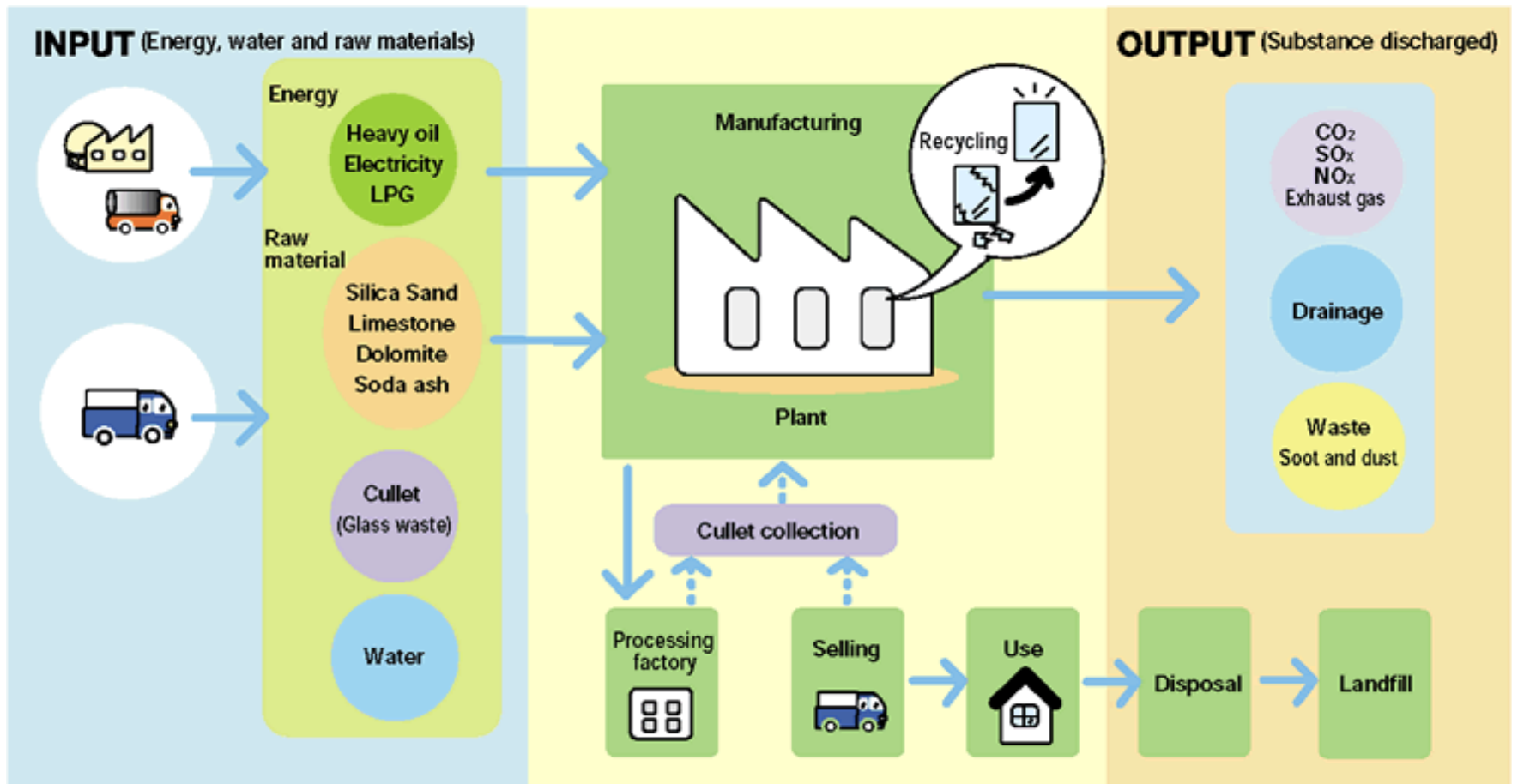


SZKŁO – CYKL ŻYCIA

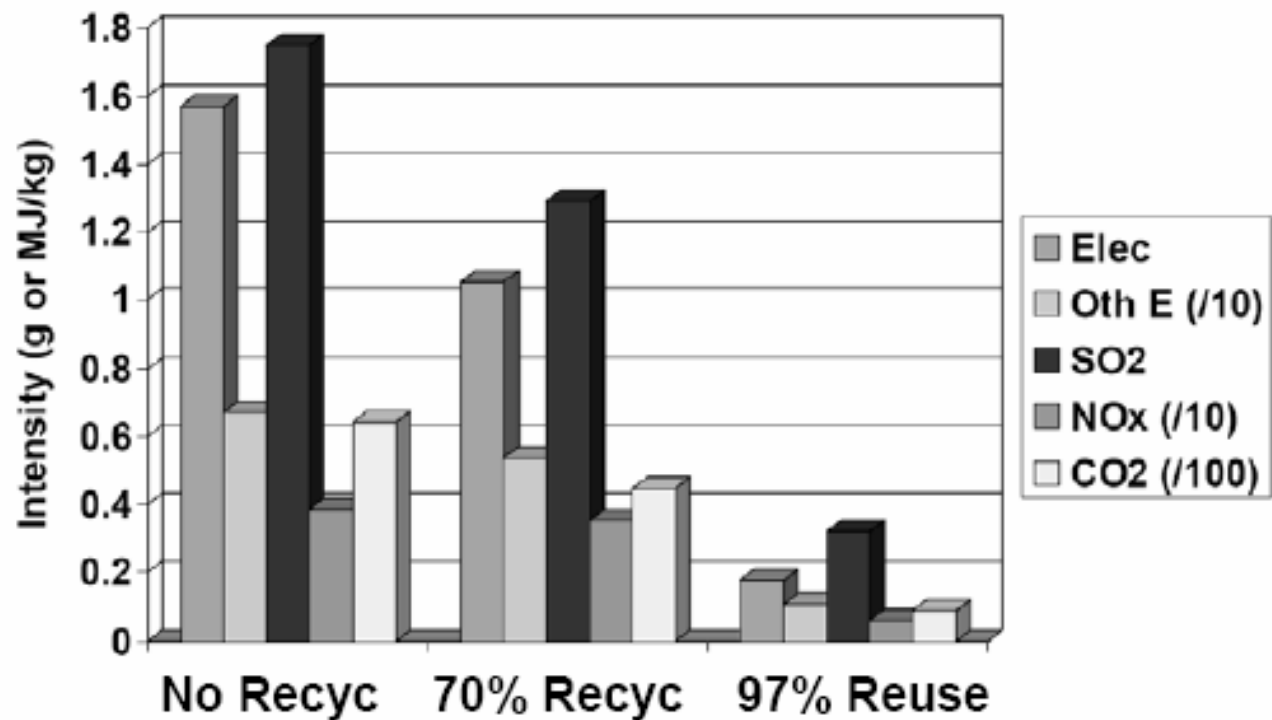


Inventory Analysis: Glass





Life-cycle Inventory: Glass

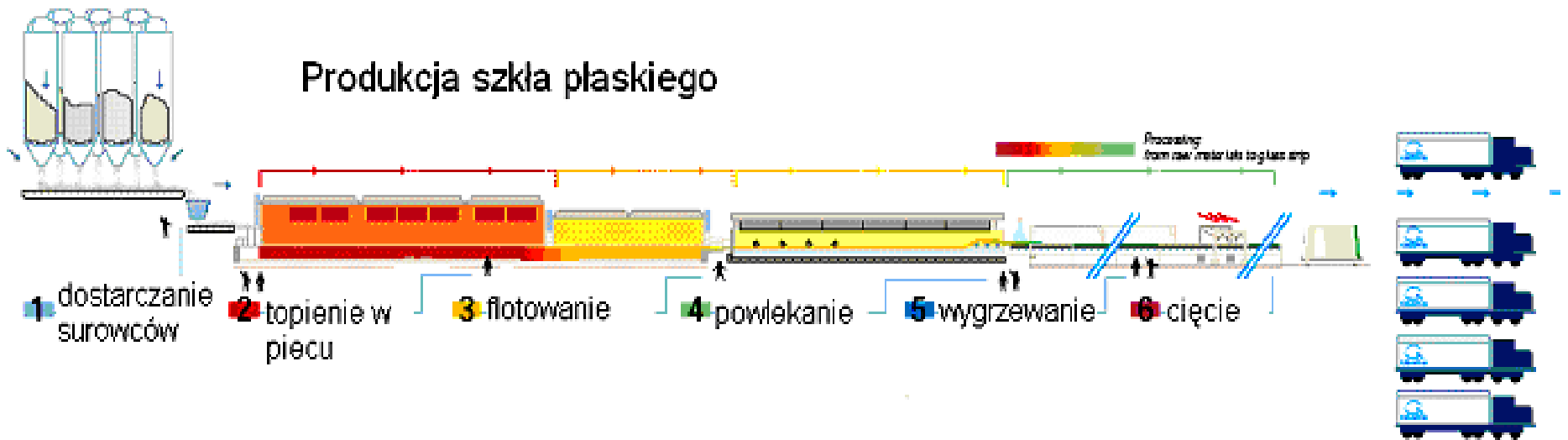


Massachusetts Institute of Technology
Cambridge, Massachusetts

MSL

Materials Systems Laboratory

Materials & Sustainability: Slide 19



1. Surowce - *piasek, soda, wapień, dolomit* – są przechowywane z osobnych silosach. Po odważeniu są mieszane, łączone ze *stłuczka szklaną* i dostarczane do pieca. Operacje zautomatyzowane.
2. Topienie w piecu w temperaturze 1.550 °C wytworzonej przez **palniki olejowe lub gazowe**. Stopione szkło jest przetrzymywane w wysokiej temperaturze przez kilka godzin dla usunięcia pęcherzyków powietrza z masy.
3. Po wyjściu z pieca ciekłe szkło jest wylewane do wanny z *ciekłą cyną* dla uformowania tafli. Z początkowego do końcowego odcinka wanny temperatura stopniowo spada od 1.100 °C to 600 °C. Rolki nadają odpowiednią grubość tafli.
4. Gorącą powierzchnię szkła pokrywa się *tlenkami metalu*.
5. Ciągła tafla szkła opuszcza kąpiel cynową i podlega wygrzewaniu podczas, którego stygnie w sposób kontrolowany dla uniknięcia naprężeń wewnętrznych.
6. Po wygrzewaniu następuje kontrola jakości oraz cięcie na duże płyty (6x3.21m), sortowanie, pakowanie i ekspedycja.

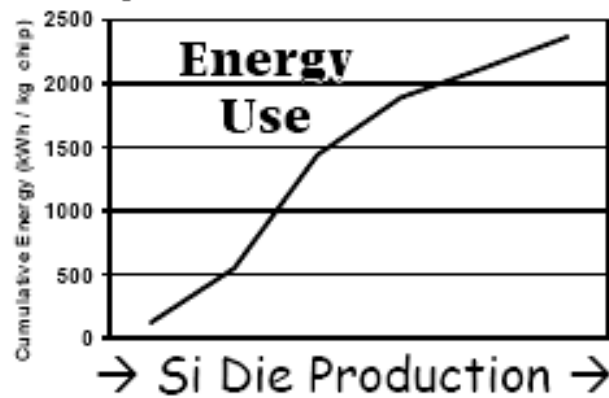
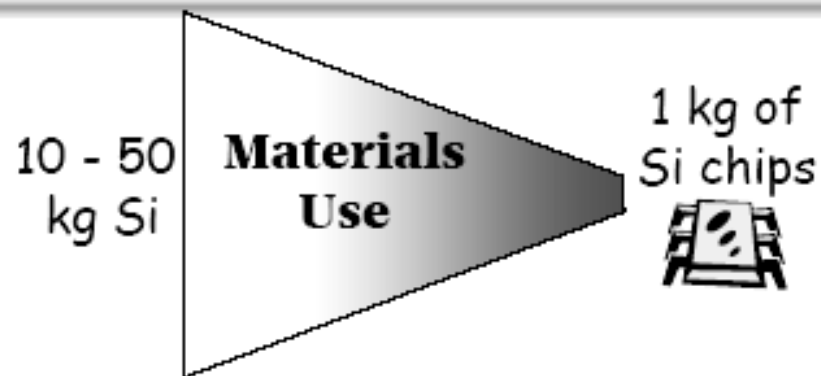
Emisja do atmosfery pochodząca z przemysłu szklarskiego
[miligramy na m³ produktu]

Czynnik	Maksymalne dopuszczalne wartości dopuszczalne
NO _x	1 000 (w zależności od typu pieców do 2 000)
SO _x •Spalanie gazu •Spalanie oleju	700 1 800
Pyły	50 (20 jeżeli zawierają metale toksyczne)
Ołów i kadm (łącznie)	5
Arsen	1
Inne metale ciężkie łącznie	5
Fluorki	5
Chlorki wodoru	50

Odpady ciekłe [miligramy na litr poza pH]

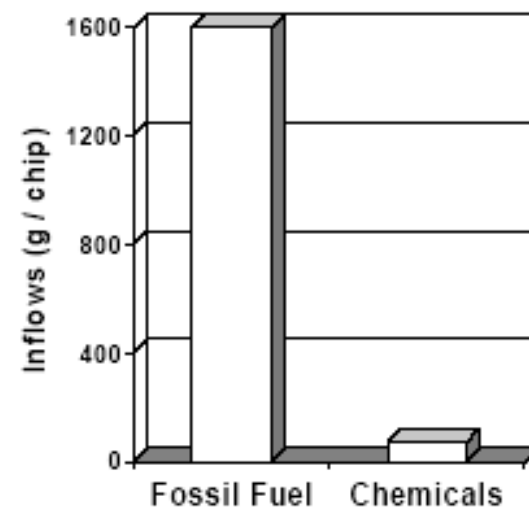
Czynnik	Maksymalne dopuszczalne wartości dopuszczalne
pH	6-9
Zanieczyszczenia stałe	50
utleniacze	150
Oleje i smary	10
Arsen	0,1
Ołów	0,1
Antymon	0,5
Fluorki	20
Metale łącznie	10

Environmental Burdens of Microelectronics



Massachusetts Institute of Technology
Cambridge, Massachusetts

Inflows per 2g RAM Chip

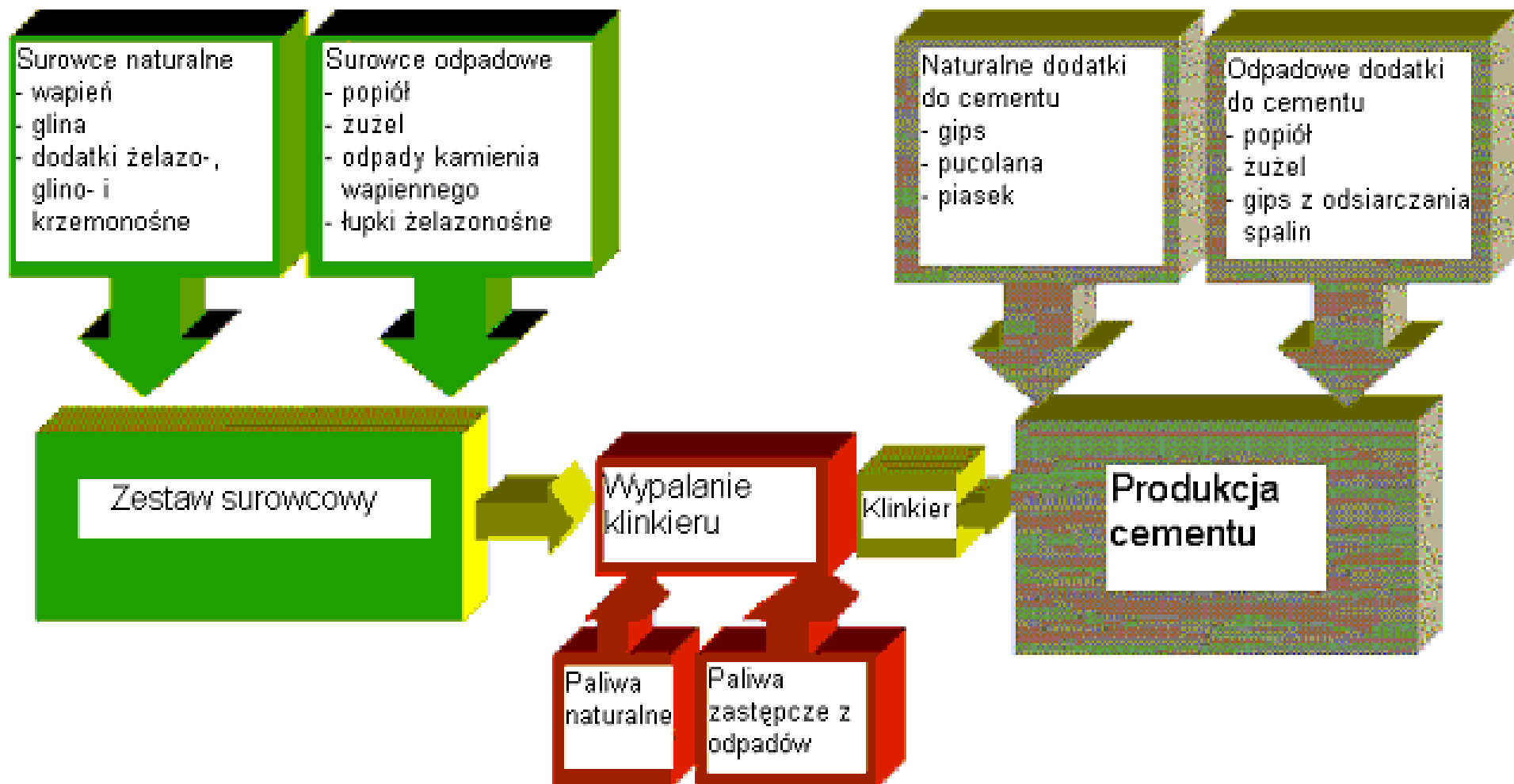


MSL

Materials Systems Laboratory

Materials & Sustainability: Slide 22

CEMENT



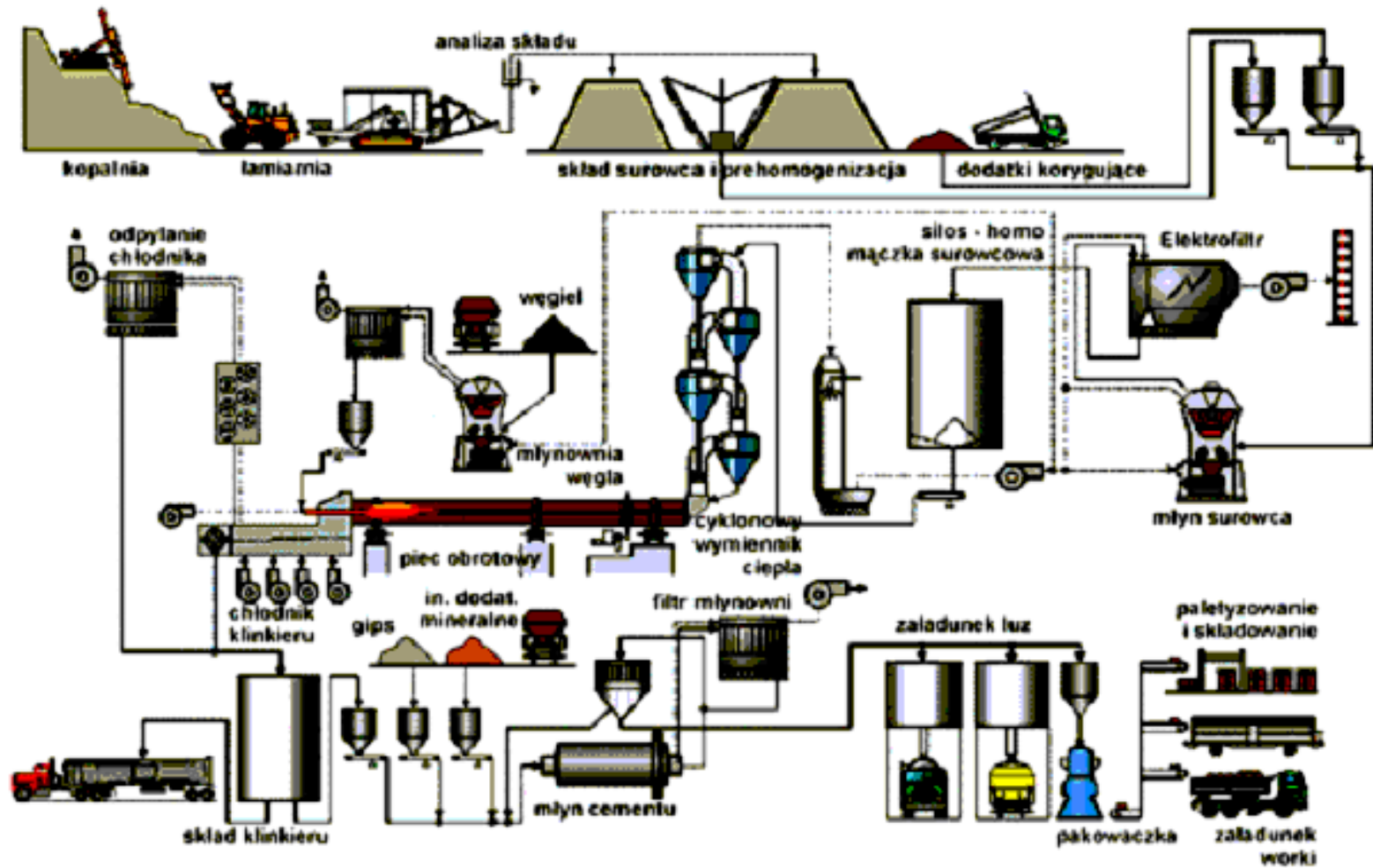
Porównanie przykładowych składów surowców i klinkieru portlandzkiego

Skład chemiczny surowców		Skład chemiczny klinkieru		Skład (mineralny) wg metody Bogue'a	
CaO	44,72	CaO	67%	C3S	51.5 - 85.2%
SiO ₂	14,34	SiO ₂	24%	C2S	0.2 - 27.1%
Al ₂ O ₃	2,29	Al ₂ O ₃	4%	C3A	6.8 - 15.6%
Fe ₂ O ₃	1,84	Fe ₂ O ₃	3%	C4AF	4.0 - 16.2%
MgO + SO ₃ + Inne	0,95	MgO + SO ₃ + inne	2%	wolne CaO	0.08 - 5.58%
Strata prażenia	35,86				

Przykładowe zestawy surowców do wypału klinkieru:

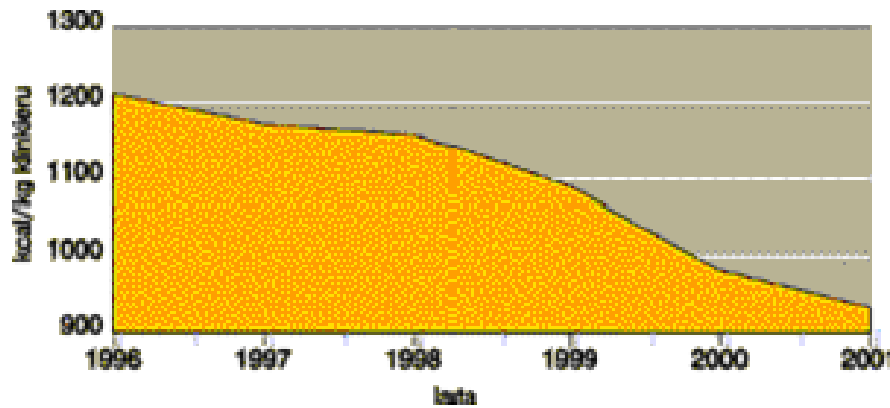
1	kreda	53,42%
	margiel	46,58%
2	kamień wapienny	88,67%
	ilołupek	10,06%
	mułek żelazonośny	1,27%
3	kamień wapienny	87,23%
	ilołupek	5,01%
	mułek żelazonośny	7,76%

Produkcja cementu metodą suchą.



Emisja pyłów i gazów

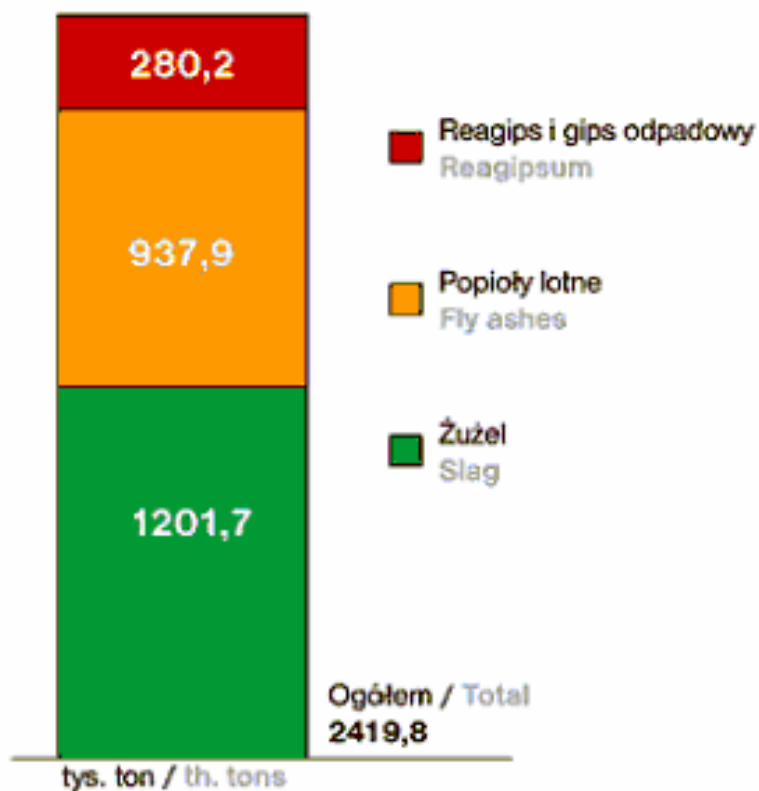
Zużycie ciepła na wypał klinkieru



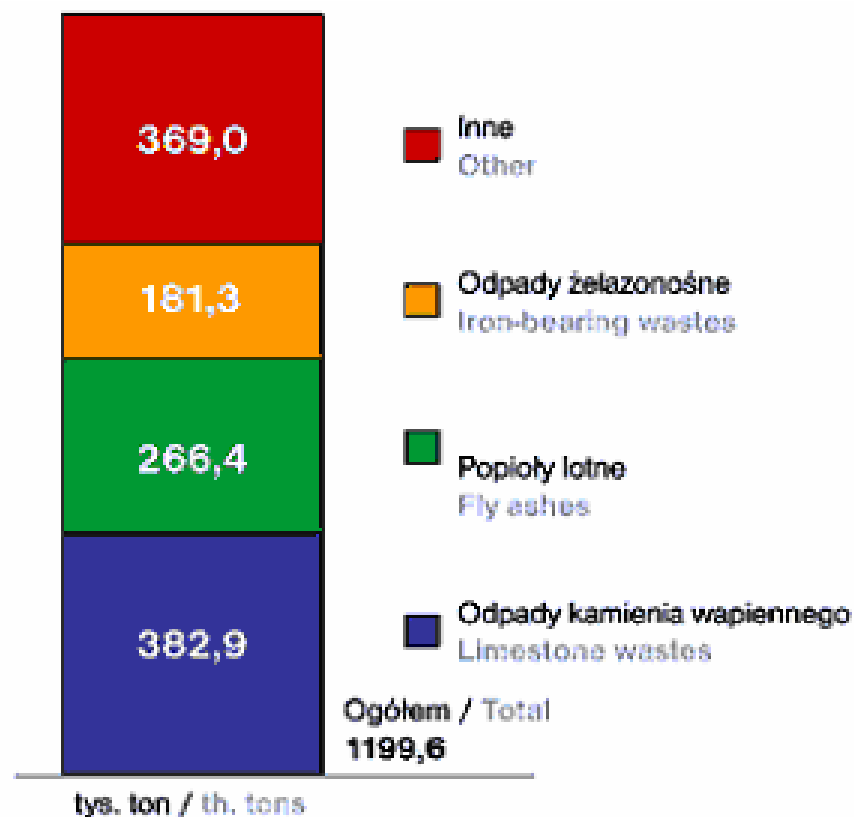
	Udział zanieczyszczeń z przemysłu cementowego w całkowitej emisji zanieczyszczeń w Polsce
CO₂	~3%
SO₂	~0.1%
NO_x	~1%
Pyły	<1%

Wykorzystanie odpadów w przemyśle cementowym

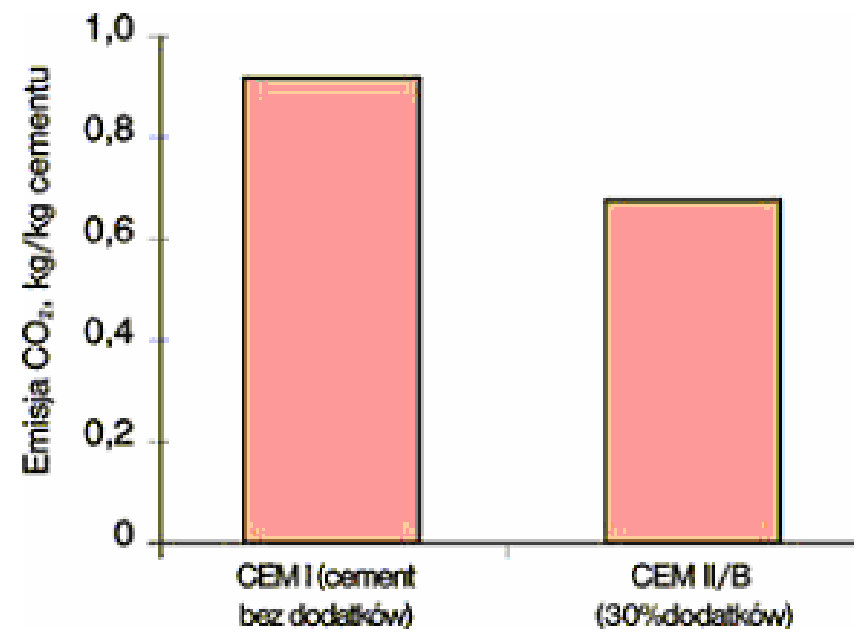
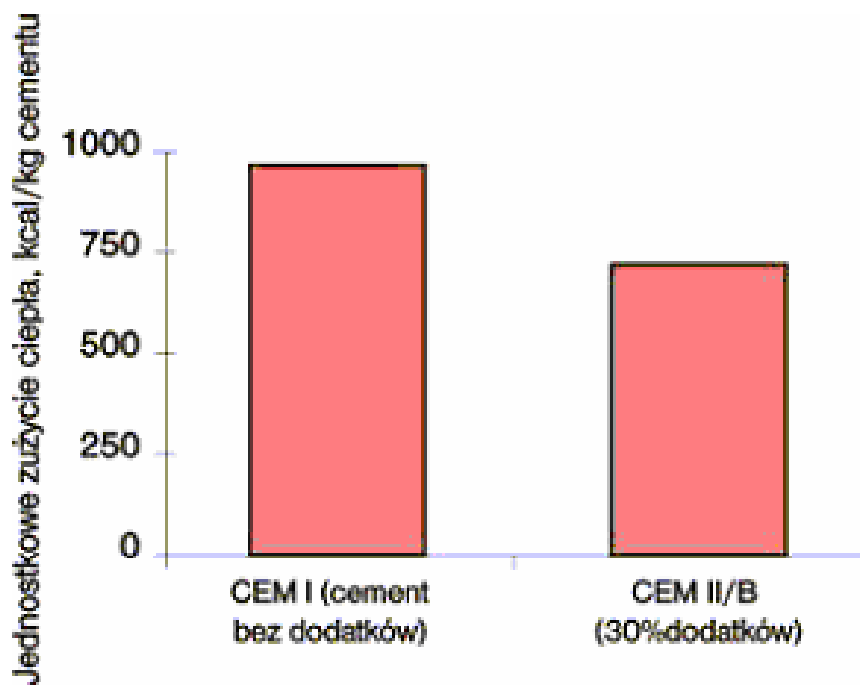
Zużycie surowców wtórnych do produkcji cementu



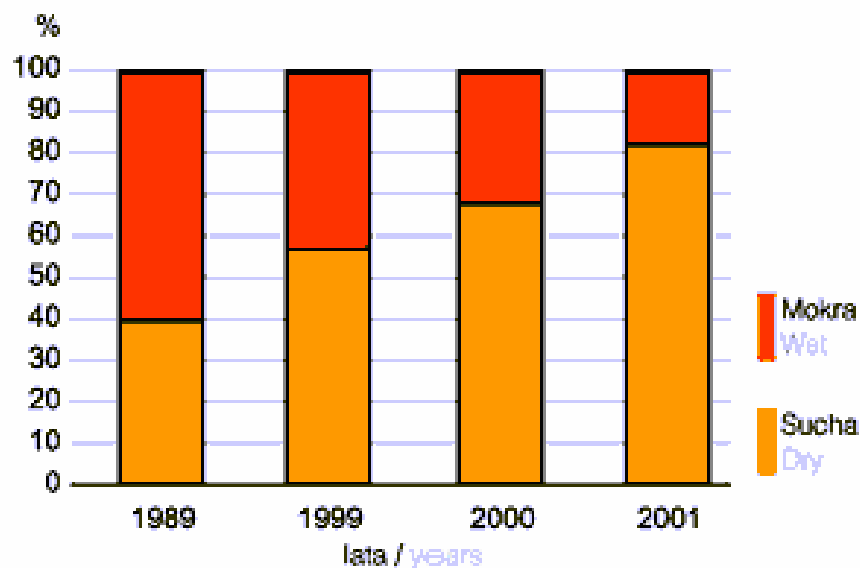
Zużycie surowców wtórnych do produkcji klinkieru



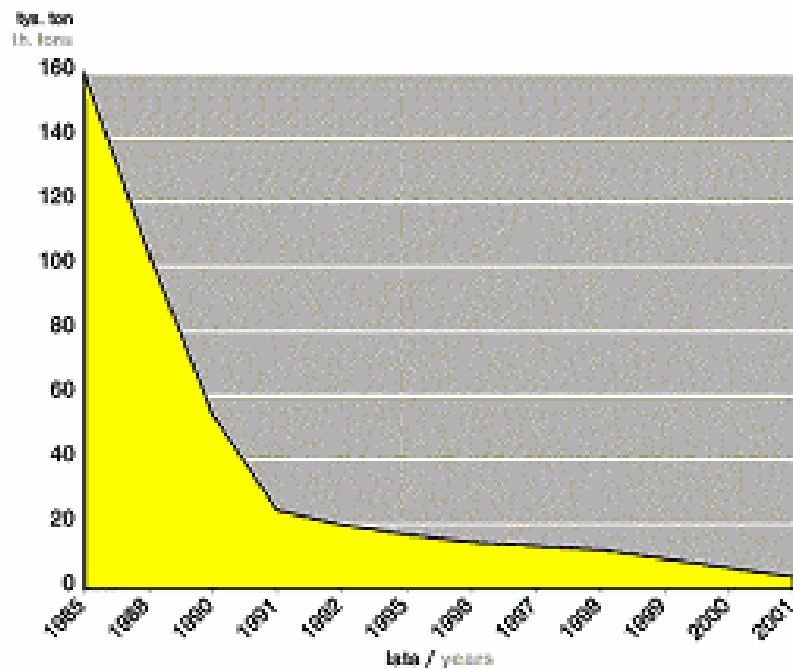
Zużycie energii i emisja CO₂ dla cementu czystego i cementu zawierającego 30% dodatków



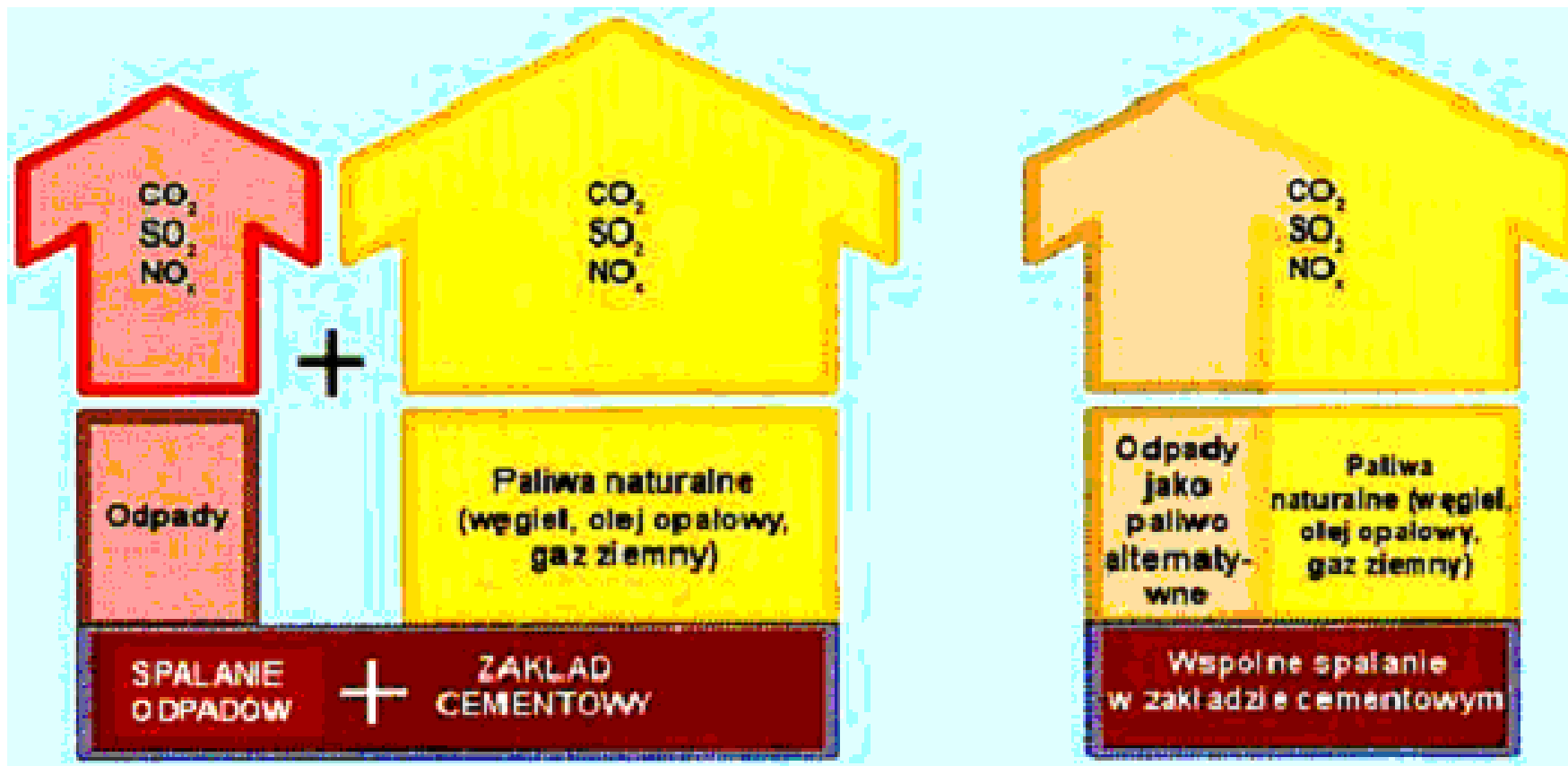
Zużycie energii przez przemysł cementowy



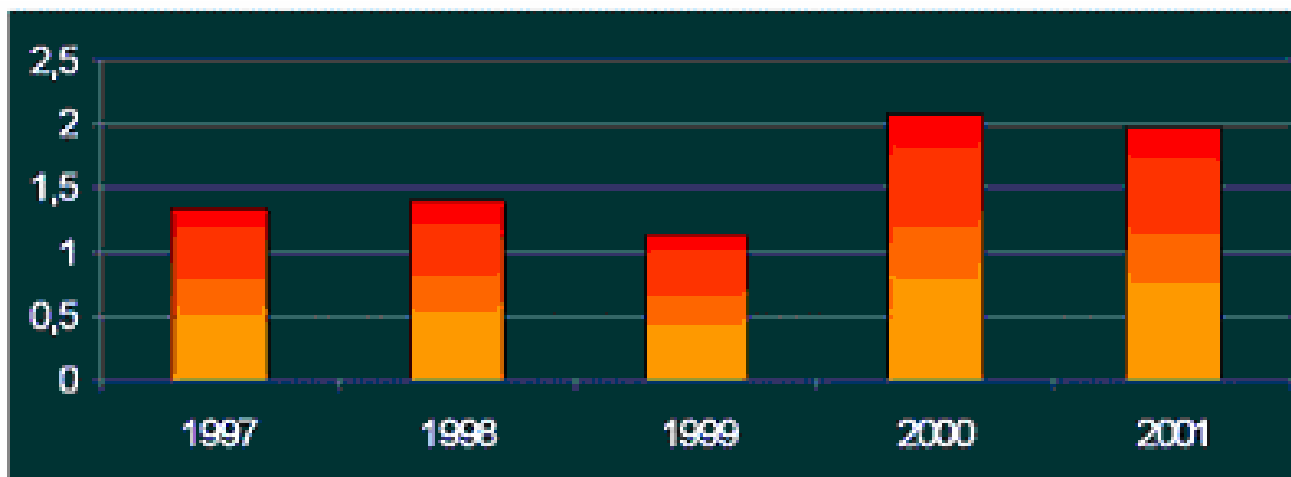
Emisja pyłów z przemysłu cementowego w latach 1985-2001



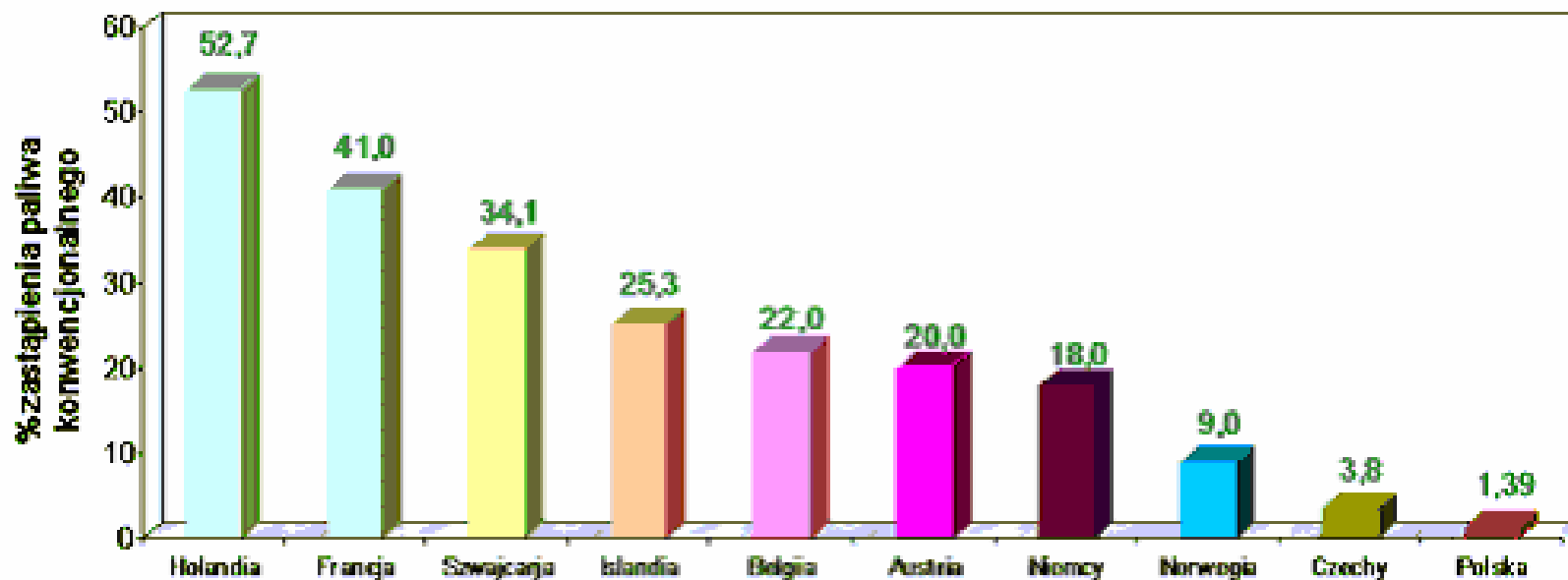
BILANS EKOLOGICZNY SPALANIA I WSPÓŁSPALANIA W PIECU CEMENTOWYM



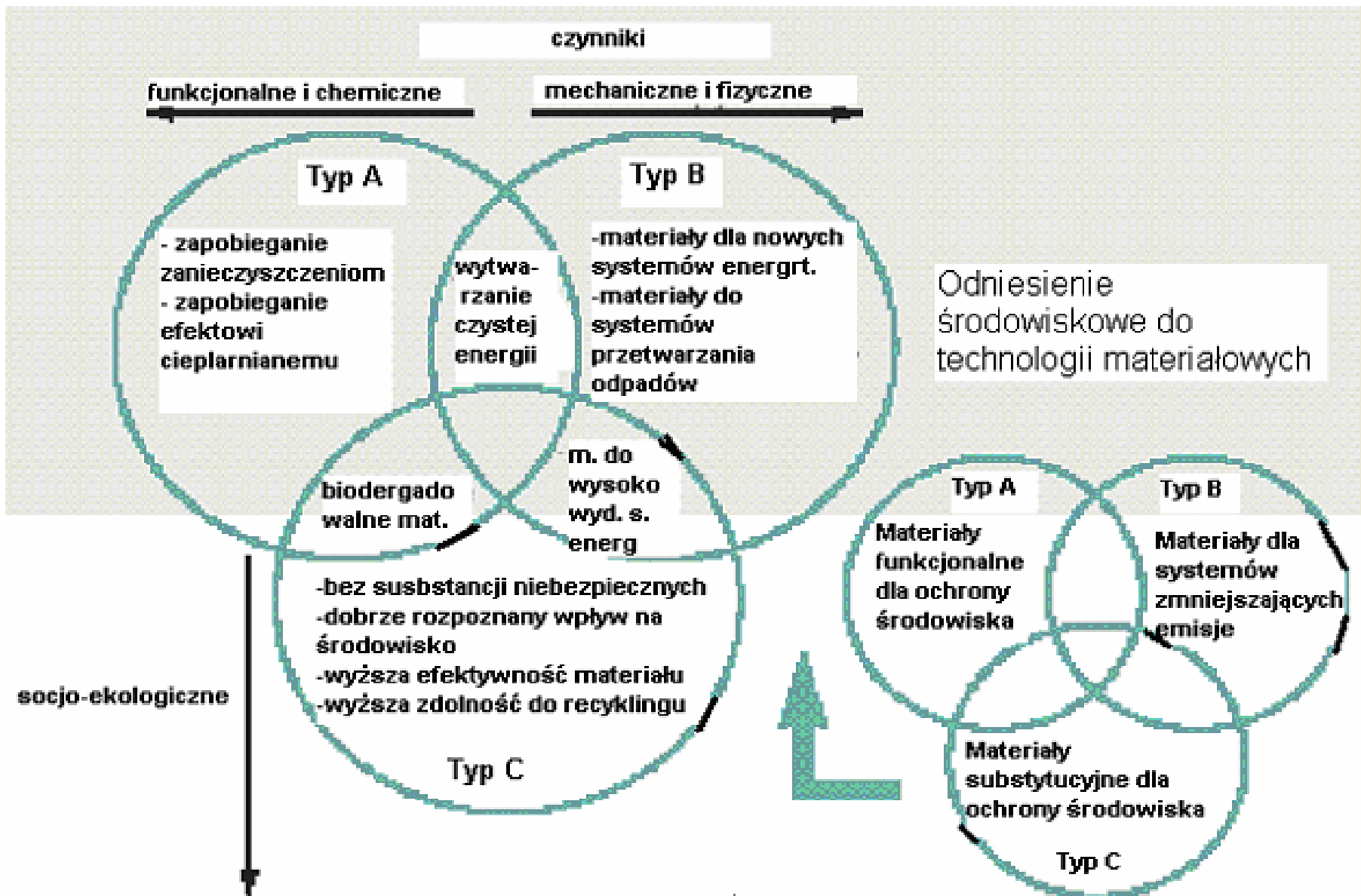
UDZIAŁ CIEPŁA Z PALIW ZASTĘPCZYCH W PRZEMYSŁE CEMENTOWYM W POLSCE [%]



STOSOWANIE PALIW ALTERNATYWNYCH W 1998 R. W EUROPIE



Ekomateriały - materiały przyjazne środowisku



Zagadnienia recyklingu nowoczesnych materiałów

Metale

1. nierozdzielność składników
2. zbyt dużo składników stopowych i norm przemysłowych
3. trudności w oddzieleniu powłok
4. metale ziem rzadkich

Półprzewodniki

1. składniki niebezpieczne
2. metale ziem rzadkich
3. elementy o małych rozmiarach, wysoce zintegrowane

Ceramika

1. trudna do dekompozycji

Polimery

1. trudne do dekompozycji
2. trujące gazy podczas spalania
3. spalania w wysokich temperaturach
4. odpad objętościowy zbyt wiele rodzajów

Kompozyty

1. złożoność kompozytów
2. brak metod recyklingu
3. trudne do dekompozycji

Drewno

1. niszczenie lasów
2. niska wytrzymałość
3. często krótki czas użytkowania

Przykłady ekomateriałów

Opis	Przykład
Materiały zawierające nieszkodliwe dla środowiska komponenty zastępujące tradycyjne, obciążające środowisko	Luty bezołowiowe w elektronice; powłoki bezchromowe; farby na bazie wodnych rozpuszczalników; tworzywa sztuczne z alternatywnymi do ftalenów plastyfikatorami; środki przeciwpalne na bazie fosfatów i trójchlorku aluminium zamiast bromków
Materiały projektowane z uwzględnieniem końca życia	Biodegradowalne tworzywa sztuczne (także do zastosowań medycznych); Kompozyty Fe-Fe jako materiały funkcjonalne nie wymagające separacji podczas recyklingu
Materiały zawierające odpady, które dzięki temu nie zalegają na wysypiskach	Beton zawierający lotne pyły z elektrociepłowni opalanych paliwem stałym lub rozdrobnione żużle wielkopiecowe; kompozyty polimerowe zawierające jako wypełniacz cząsteczki lotnych pyłów; ekocement; zeszlone odpady przemysłowe
Materiały wytworzone z surowców odnawialnych	Ceramika naturalna; drewno
Materiały spełniające funkcje środowiskowe	Filtry węglowe do oczyszczania i uzdatniania wody, do zatrzymywania VOC, metaliczne oraz tlenkowe katalizatory do usuwania zanieczyszczeń z gazów spalinowych; pochłaniacze nieorganiczne do zatrzymywania tlenków siarki; membrany do oddzielania CO ₂
Materiały wytworzone w procesach o mniejszym negatywnym oddziaływaniu na środowisko	Stal wytwarzana w konwerterach elektrycznych; stal bezcynowa
Materiały, których zastosowanie zmniejsza uciążliwość dla środowiska wyrobów z nich wykonanych	Konstrukcyjne tworzywa sztuczne w przemyśle samochodowym i lotniczym włączając w to kompozyty zbrojone włóknem węglowym i ultra lekkie stale
Materiały zaprojektowane specjalnie do wyrobów przyjaznych środowisku	Katalizatory i materiały membranowe do ogniw paliwowych; materiały ogniotrwałe na elementy wysokotemperaturowych turbin gazowych; pochłaniacze węglowe do zbiorników metanu lub wodoru w nowoczesnych pojazdach

Czynniki techniczne, ekonomiczne i ekologiczne

Konieczny jest kompromis między możliwościami technicznymi a wymogami ekonomii i ekologii



Możliwości techniczne



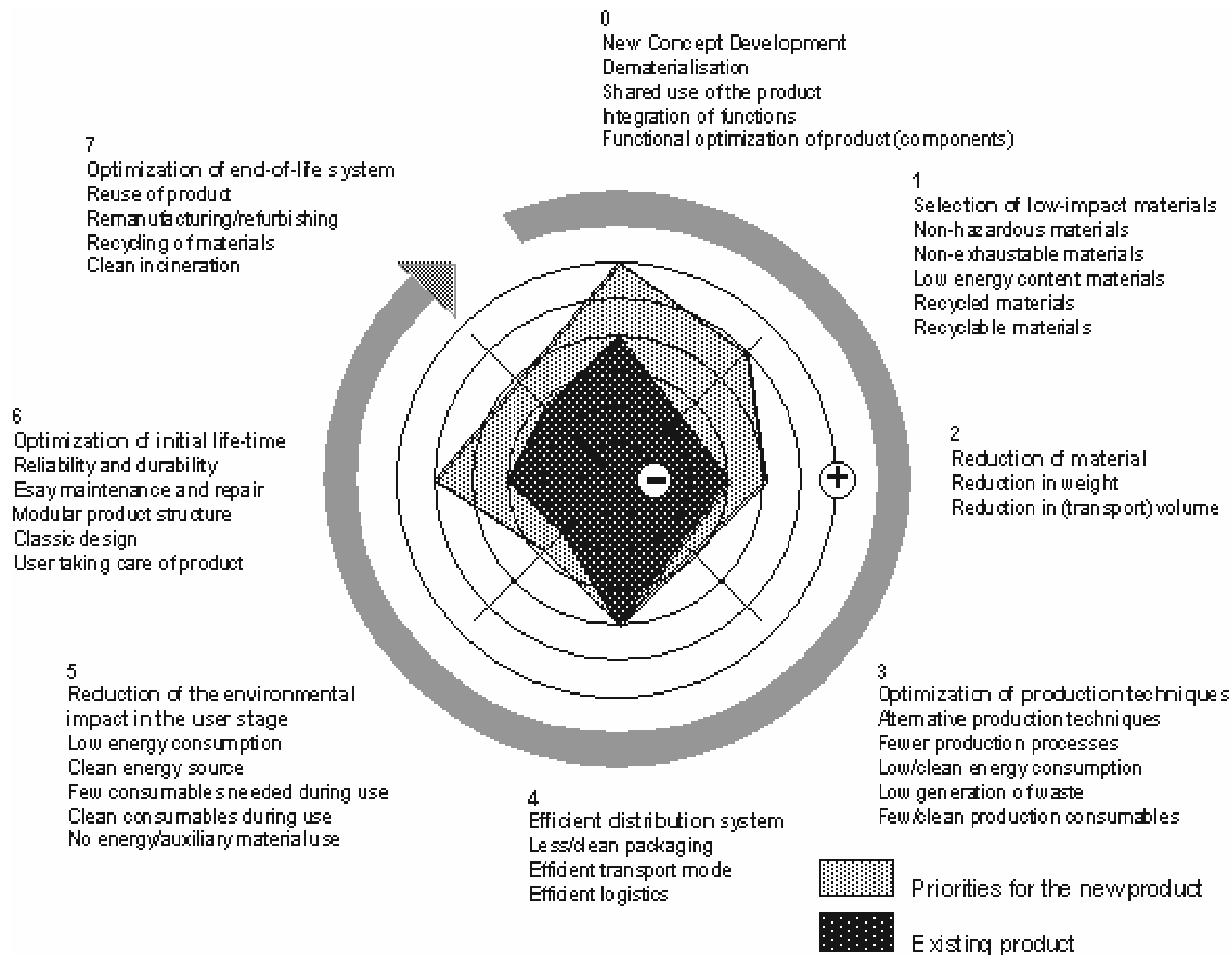
Wymogi ekologiczne



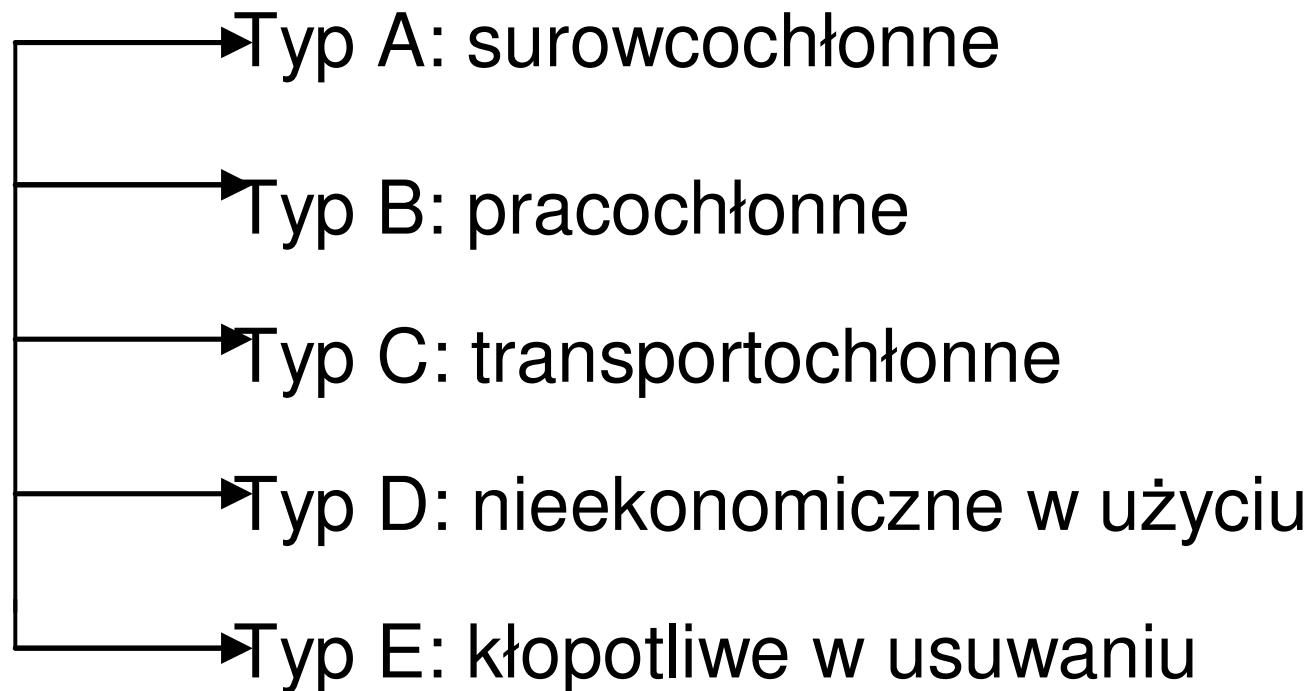
Kompromis (?)



lub .. (?)



Typy produktów z punktu widzenia ich obciążenia dla środowiska



Wskazówki pozwalające zakwalifikować produkty do poszczególnych typów:

Typ A – intensywne zużycie surowców

- Produkty zawierające znaczące ilości materiałów dla których wytworzenia zużywa się znaczne ilości surowców np. pierwotnie wytopione aluminium, stal wysokostopowa, miedź, nikiel, włókna węglowe itp.
- Na obecnym stanie rozwoju procesów technicznych niemożliwy jest demontaż wyrobu i powtórne użycie lub poddanie recyklingowi części wykonanych z materiałów surowcochłonnych.
- Stosowane procesy wytwarzania nie przewidują stosowania recyklatów materiałowych lub surowcowych lub odnowionych części
- Wyroby wykonane z materiałów surowcochłonnych są używane przez krótki okres czasu lub rzadko
- Naprawa wyrobów jest niemożliwa lub bardzo uciążliwa.

Co robić? – strategia postępowania

- Zastosować materiały zastępcze – prawidłowy dobór materiałów
- Zastosować mniej rodzajów materiałów
- Bardziej efektywne wykorzystanie surowców
 1. optymalizacja zastosowania produktu
 2. optymalizacja funkcjonalności
 3. poprawa procesów konserwacji
- Wydłużenie czasu użytkowania surowców
 1. wydłużenie żywotności produktu
 2. poprawa podatności na naprawę
- Powtórne użycie materiałów zawartych w produkcie
 1. poprawa demontowalności
 2. ponowne użycie części zawartych w produkcie
 3. recykling materiałów

Typ B – praco i energochłonny proces produkcyjny

- proces produkcyjny jest energochłonny
- proces produkcyjny powoduje powstanie dużej ilości odpadów stałych, wód odpadowych i par oraz dymów
- w procesie produkcyjnym zużywa się duże ilości materiałów podstawowych i pomocniczych
- produkt zawiera części i komponenty transportowane na duże odległości
- wyroby wykonane z materiałów surowcochłonnych są używane przez krótki okres czasu lub rzadko
- naprawa wyrobów jest niemożliwa lub bardzo uciążliwa.
- na obecnym stanie rozwoju procesów technicznych niemożliwy jest demontaż wyrobu i powtórne użycie lub poddanie recyklingowi części wykonanych z materiałów surowcochłonnych.

Co robić? – strategia postępowania

- Zmniejszyć zużycie energii i materiałów w procesie produkcyjnym
 1. zmniejszyć zużycie energii
 2. zoptymalizować rodzaj i ilość materiałów używanych w procesie
- Bardziej efektywne wykorzystanie materiałów – unikać powstawania odpadów
- Starannie dobierać dostawców części i materiałów
- Bardziej efektywne wykorzystanie surowców
 1. optymalizacja zastosowania produktu
 2. optymalizacja funkcjonalności
 3. poprawa procesów konserwacji
- Wydłużenie czasu użytkowania surowców
 1. wydłużenie żywotności produktu
 2. poprawa podatności na naprawę
- Powtórne użycie materiałów zawartych w produkcji
 1. poprawa demontowalności
 2. ponowne użycie części zawartych w produkcji
 3. recykling materiałów

Typ C znaczne obciążenia środowiska wynikające z intensywnego transportu produktu

- produkt wymaga długodystansowego transportu między wytwórcą a użytkownikiem
- nie są stosowane bardziej przyjazne środowisku metody transportu – kolej, transport wodny itp.
- Dystrybucja wyrobów wymaga dużych ilości materiałów opakowaniowych

Co robić? – strategia postępowania

- Zmiana sposobu pakowania
- Zmiana sposobu transportu

Typ D –nieekonomiczność na etapie użytkowania

- Użytkowanie produktu wymaga dostarczenia dodatkowej energii lub materiałów
- Produkt jest regularnie przemieszczany lub transportowany na duże odległości co wymaga dużych ilości energii, procesów i materiałów dodatkowych
- W przypadku uszkodzenia lub nieprawidłowej pracy istnieje poważne zagrożenie dla środowiska

Co robić? – strategia postępowania

- Zapewnić wysoki stopień funkcjonalności
 1. optymalizacja funkcjonalności produktu
 2. poprawa procesów konserwacji
- zapewnić bezpieczeństwo użytkowania
- zredukować zapotrzebowanie na energię i materiały na etapie użytkowania
 1. zredukować zużycie na etapie użytkowania
 2. unikać powstawania odpadów na etapie użytkowania

Typ E –na etapie zakończenia eksploatacji wyrób jest uciążliwy dla środowiska

- produkt zawiera składniki niebezpieczne dla środowiska wymagające szczególnych metod postępowania
- produkt stwarza problemy w końcowym etapie życia ponieważ nie może być zdemontowany, odnowiony lub poddany recyklingowi
- w chwili obecnej ani cały produkt ani jego materiałochłonne części nie mogą powrócić do produkcji – niemożliwy jest zamknięty obieg materiałów
- produkt jest używany rzadko lub przez krótki okres czasu.

Co robić? – strategia postępowania

- użycie materiałów zastępczych – właściwy dobór materiałów

- wydłużenia życia produktu

- 1.wzrost trwałości

- 2.poprawa zdolności do naprawy

- demontaż i recykling

- 1.zapewnić łatwość demontażu

- 2.zmniejszyć ilość części

- 3.umożliwić recykling materiału