

Projektowanie i obliczanie schematów technologicznych przeróbki skał

Jerzy Malewski
Politechnika Wrocławska
jerzy.malewski@pwr.wroc.pl

Analiza schematów

- komu i kiedy to jest potrzebne

- Inwestorom
- Technologom produkcji kruszyw
- Studentom

W przypadku

- Oceny opłacalności projektu inwestycyjnego (np. na etapie feasibility study)
- Analiza efektywności realizacji różnych pomysłów racjonalizatorskich lub modernizacji systemów
- Zarządzania produkcją, czyli: planowania, kontroli i optymalizacji produkcji
- Edukacji (studia inżynierskie, podyplomowe)

Przykład realizacji pewnej technologii (co tu zobaczy student)



15.10.2013

Jerzy Malewski: Projektowanie i obliczanie schematów przeróbki skał

Albo tu



Jerzy Malewski: Projektowanie i obliczanie schematów przeróbki skał

Sporny problem: zdolność produkcyjna, Wilków



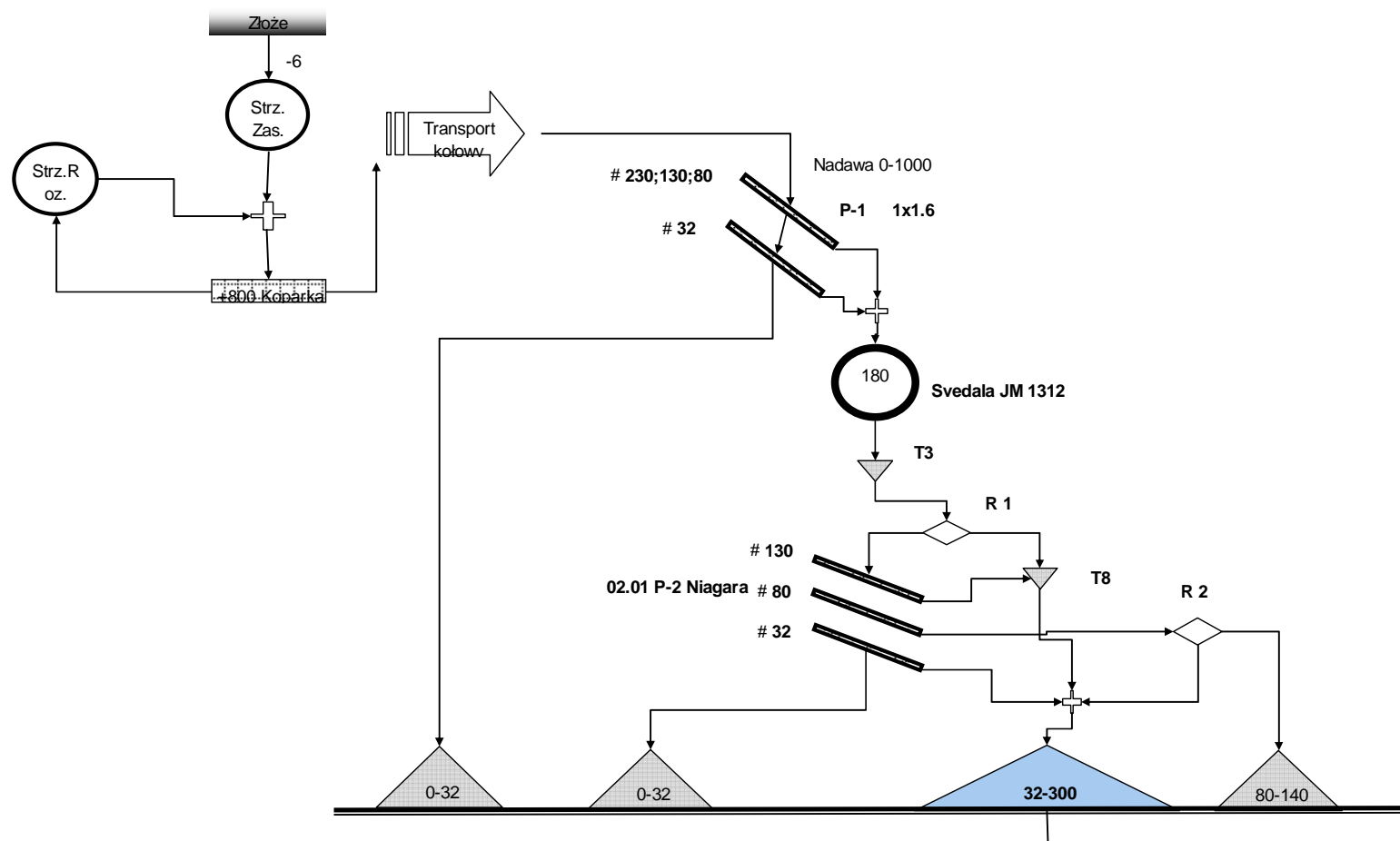
Jerzy Malewski: Projektowanie i obliczanie schematów przeróbki skał



Analizowane zagadnienia:
 pewien pomysł na
modernizację technologii,
 wymiana maszyn,
 wielkość zbiorników
Wilcza Góra



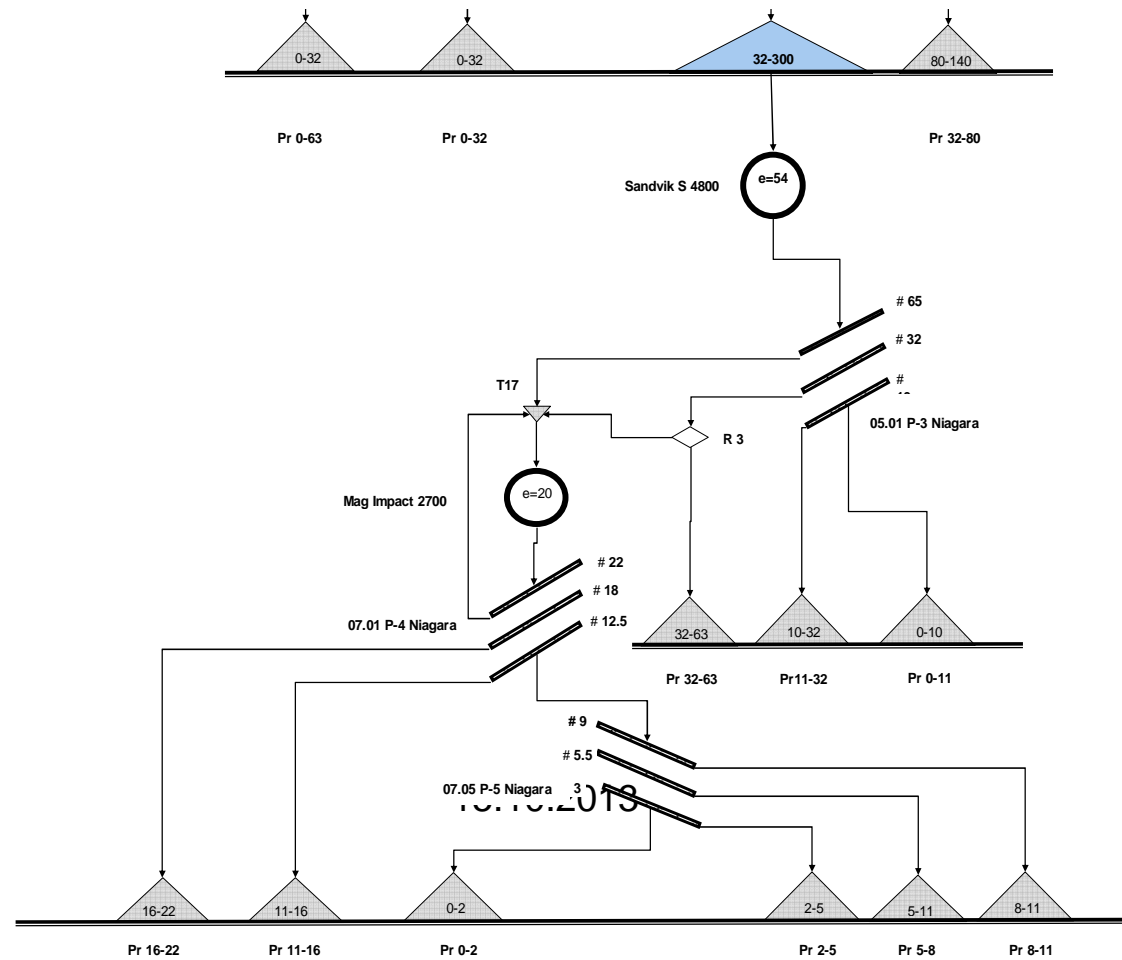
Problem producenta: wydajność i jakość produktów - *Aleksandra*



15.10.2013

Jerzy Malewski: Projektowanie i obliczanie schematów przeróbki skał

Aleksandra 2 i 3 stopień

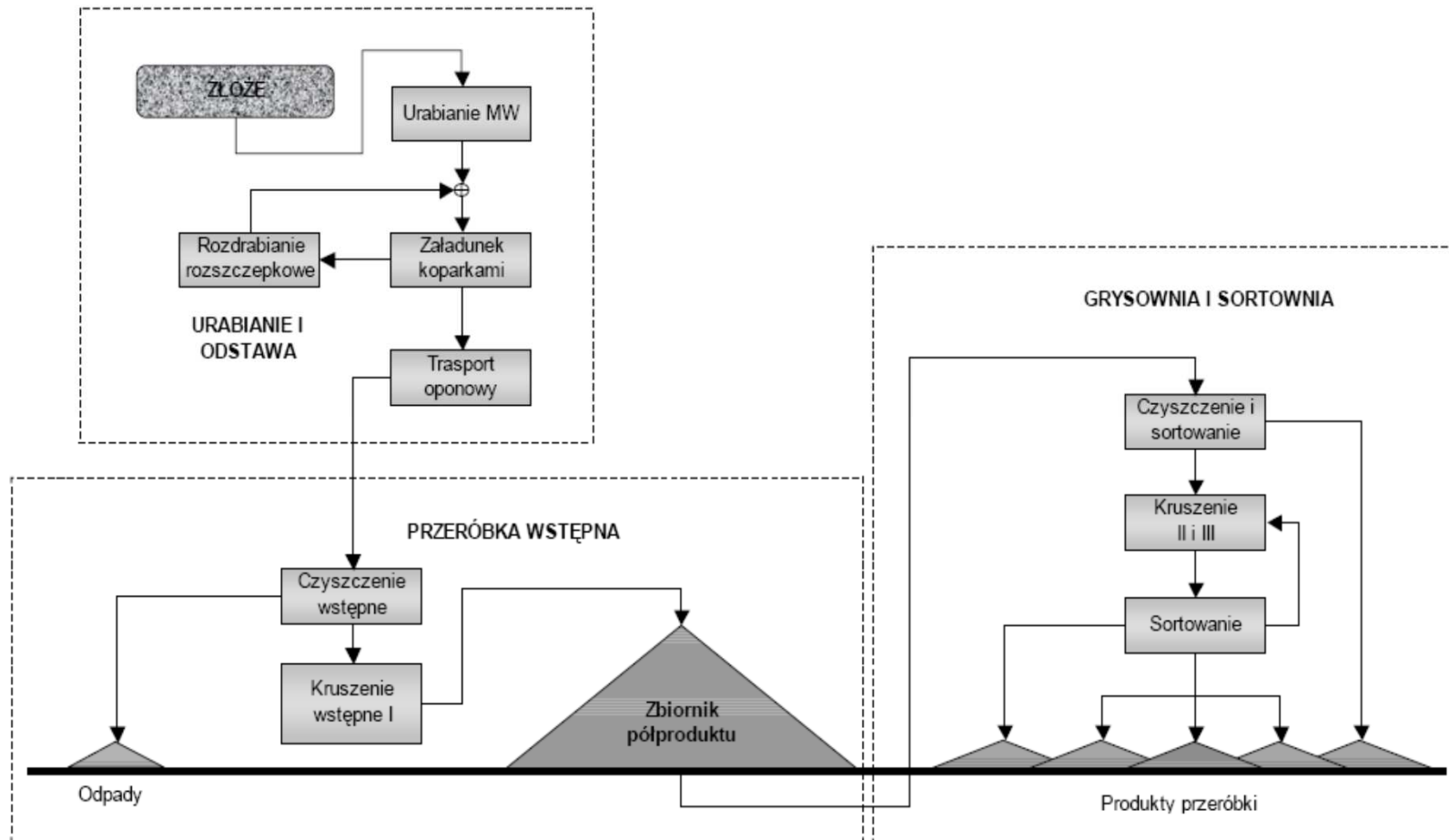


Podstawowe pojęcia- nawiązanie do wczorajszej dyskusji

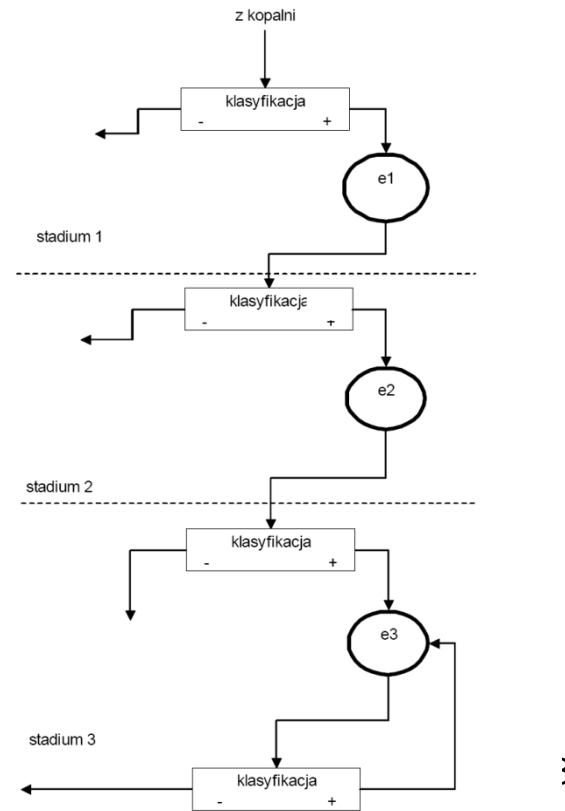
- Surowiec->OPERACJA->produkt(y) operacji
- Operacja technologiczna
- Technologia=układ operacji
- Systemy/układy operacji,
- Stadia (podsystemy operacji)
- Systemy/układy maszyn i urządzeń
- Operacja \neq Proces = sekwencja zdarzeń (wydajność, uzysk, moc itp.)
- Układy jakościowe, jakościowo-ilościowe

13.10.2013

System produkcyjny, podsystemy (stadia) i ich funkcje

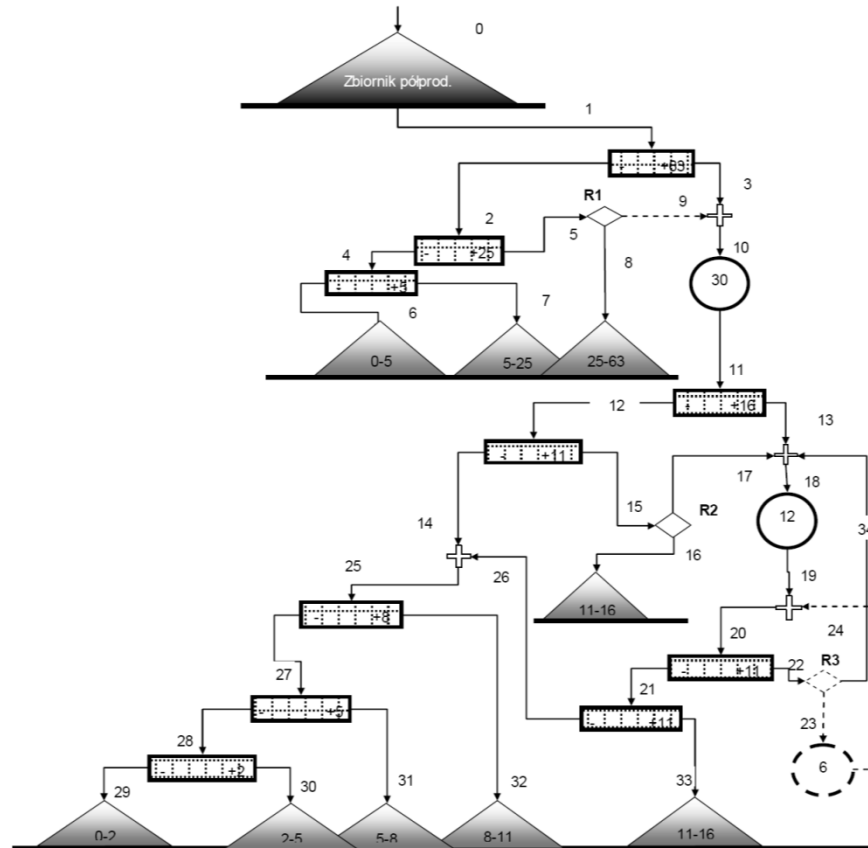


Układanie schematów



Rys. 10. Rdzeń (szkielet) systemu przeróbczego

Rozwinięcie schematu



Rys.12 Rozwinięcie schematu jakościowego z rys. 10 w zakresie przeróbki podstawowej (grysowni).

Ile stadiów?

Tabela 1. Stopnie rozdrabiania r i odpowiadające im względne wymiary ziarn produktów rozdrabiania z różnych maszyn rozdrabiających

Stadium	Operacja	Maszyny	r	z_{max}	z_{95}
0	Urabianie MW	MW	1.2-1.8	-	-
1	Kruszenie wstępne	Blake, Gates	3-5	1.8-2.4	1.5-2
2	Kruszenie wtórne, trzecie	Symons	2.5-3.5	2-3.5	1.8-2.5
3	Mielenie grube	Autog., prętowe	10	-	-
4	Mielenie drobne	kulowe	50	-	-
5	Mielenie b. drobne	wibracyjne, vertimill	100	-	-

15.10.2013

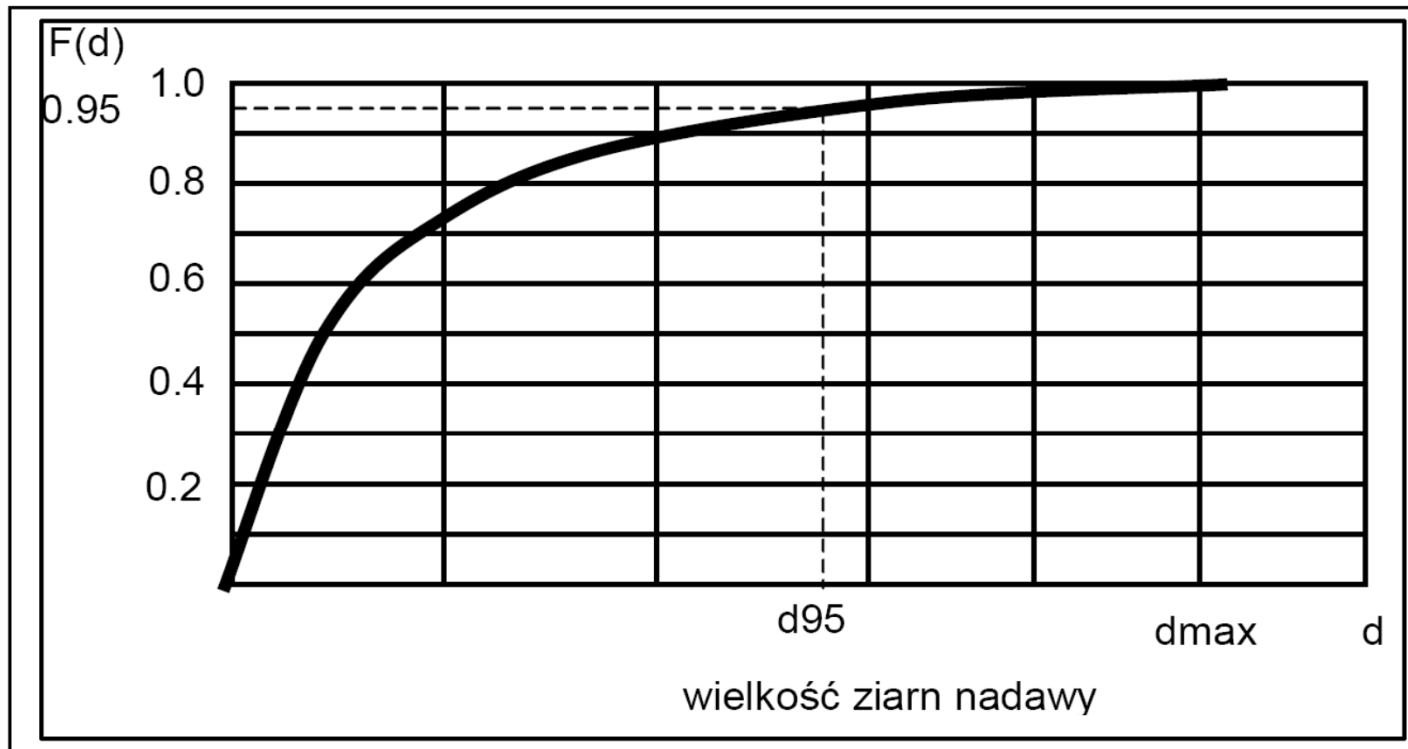
Stopień rozdrobienia

No ale co oznacza $d(i-1), d(i)$

$r_i = d_{i-1} / d_i$, $i=1,2,\dots$ stadia rozdrabiania

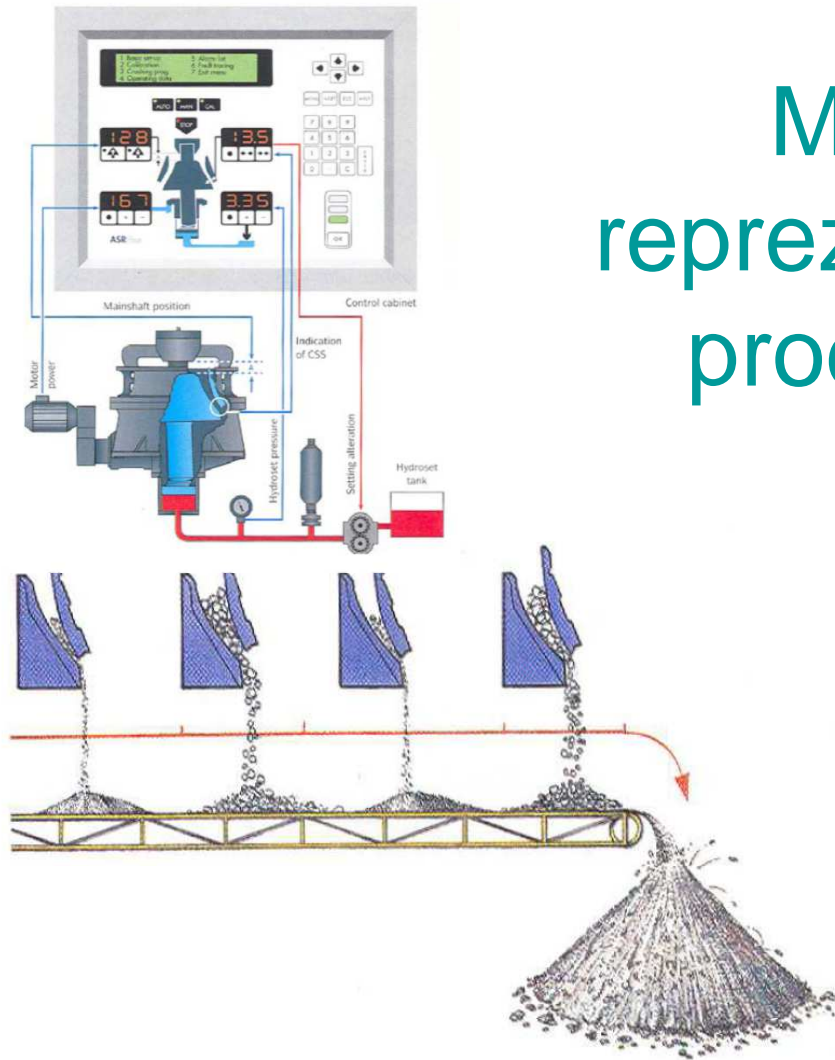
$$R = \prod_i^n r_i$$

$D(i-1)$ =Dopuszczalne ziarno nadawy,
co to znaczy?

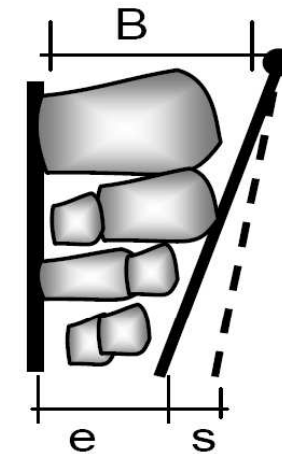


Rys. 2. Przykładowy skład ziarnowy nadawy do kruszarki

Maksymalne, a reprezentatywne ziarno produktu kruszenia

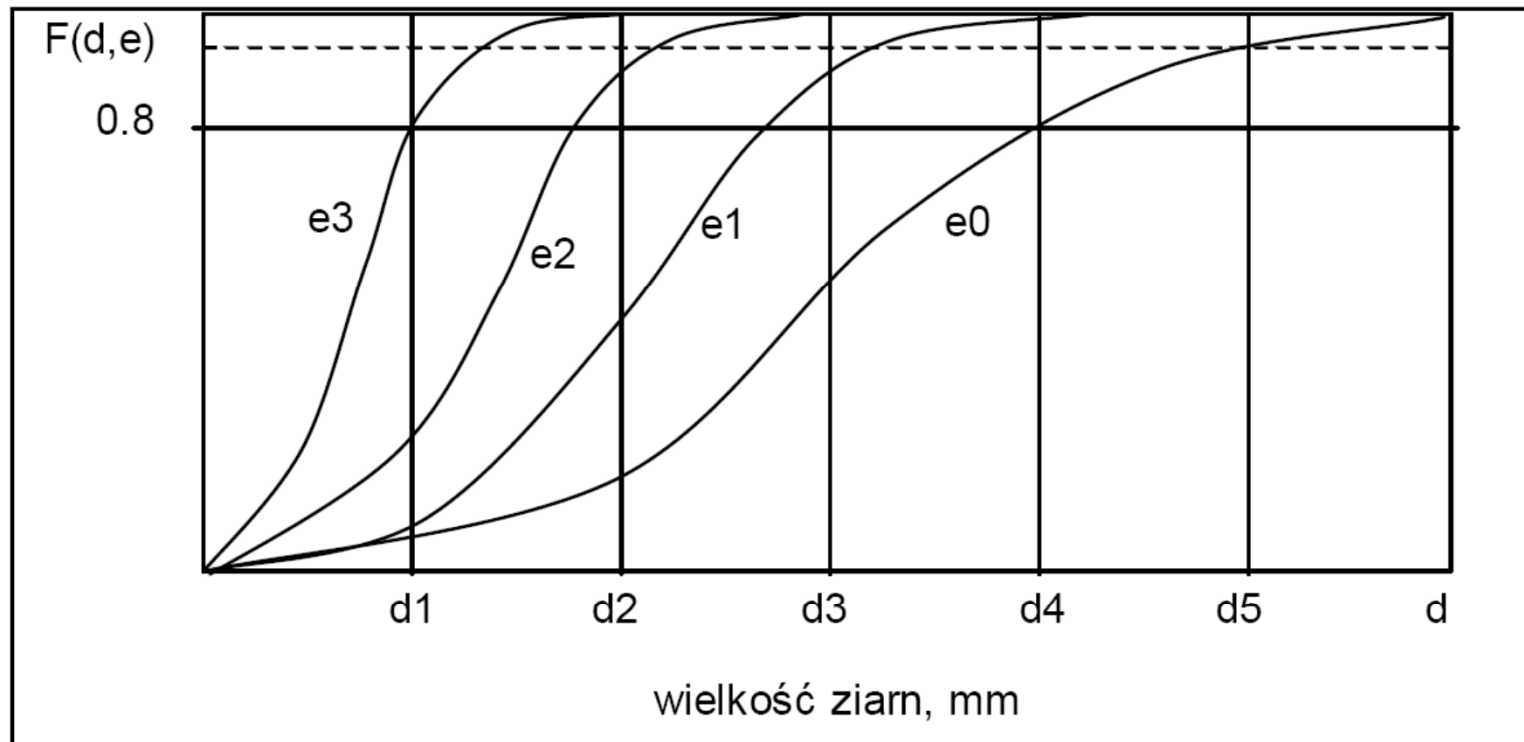


Rys. 4. Ilustracja zależności wielkości ziarn produktu kruszenia od szerokości szczeliny



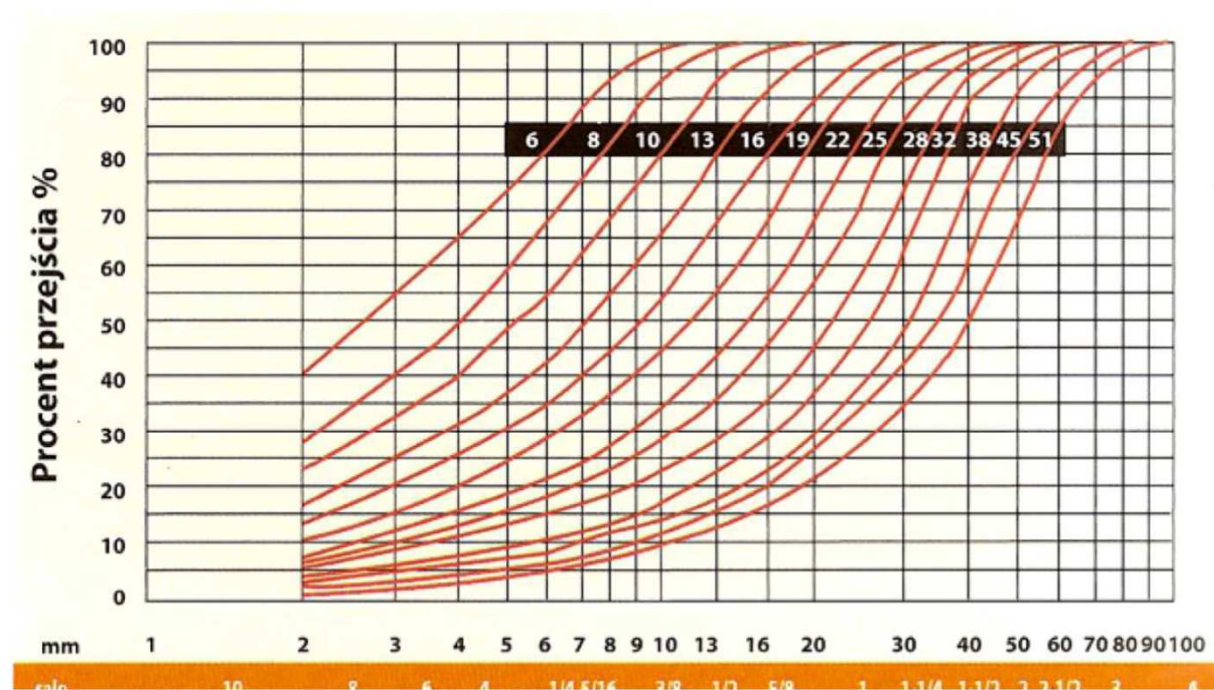
Rys. 5. Parametry sterujące wielkością ziarna w produkcie rozdrabniania

Charakterystyki skł.z. produktu kruszenia



Rys. 7. Wiązka krzywych składu ziarnowego dla różnych wartości e

Katalogowe krzywe uziarnienia kruszarek stożkowych (Metso Minerals)



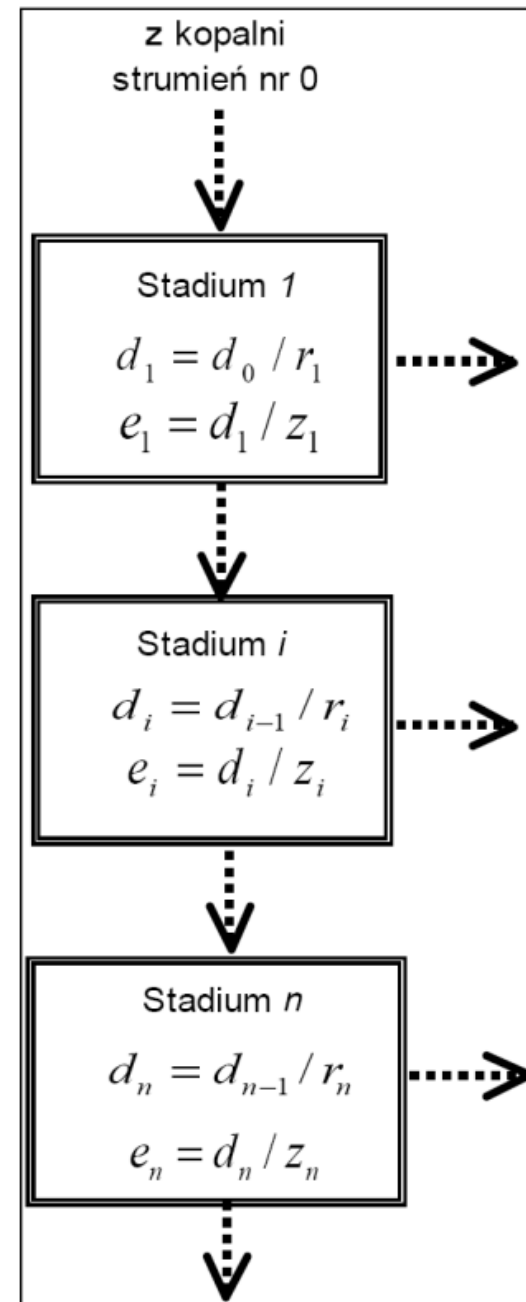
Rys. 13. Krzywe uziarnienia kruszarek stożkowych typu Symons, dla różnych wielkości szczelin wypustowych.

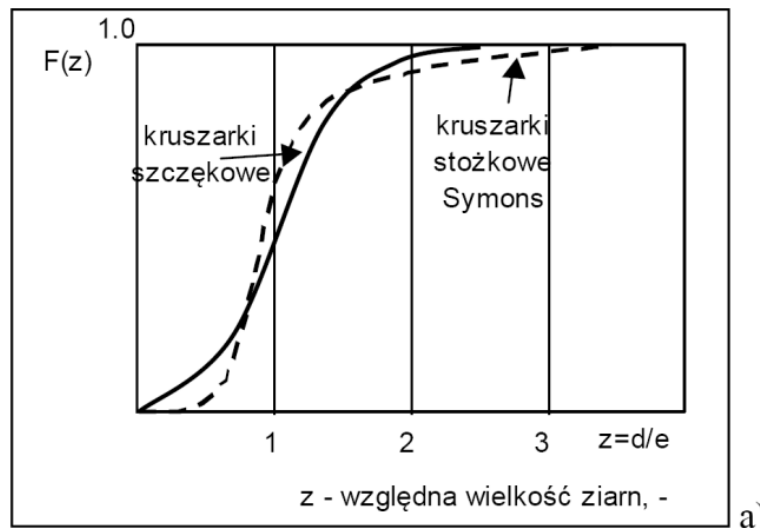
Ustaliliśmy liczbę stadiów, ale nie znamy szerokości szczelin wypustowych

Korzystamy tu z tzw. unormowanych kształtów składu ziarnowego

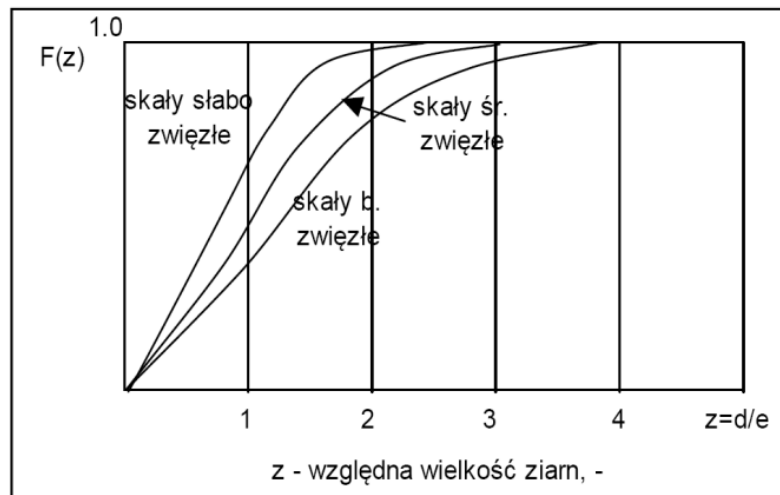
15.10.2013

Jerzy Malewski: Projektowanie i obliczanie sc





a)



b)

Unormowane
krzywe s.z.-
synteza
aktyka pokazuje,
że
 $\lambda_{max} \approx (2 \div 3)e$

OBLICZANIE SCHEMATÓW

15.10.2013

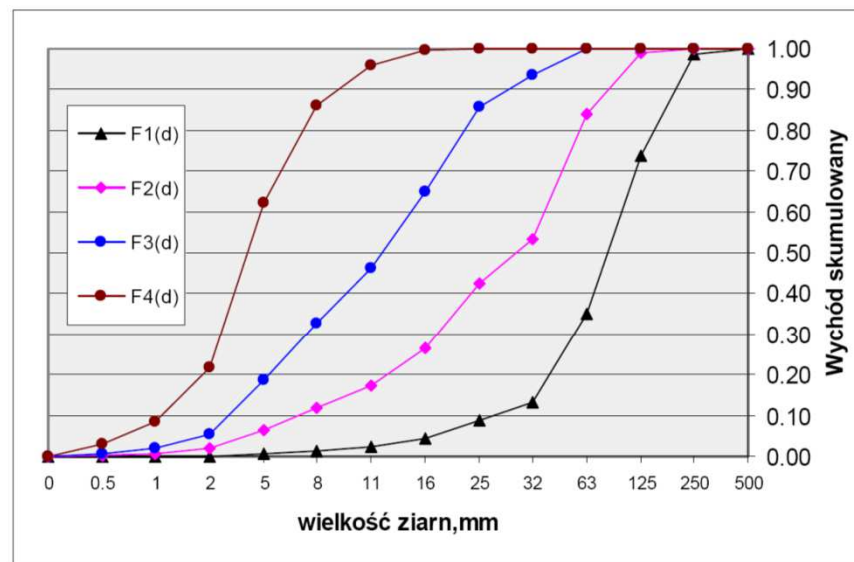
Jerzy Malewski: Projektowanie i obliczanie schematów przeróbki skał

Krzywe składu ziarnowego

Tabela 2. Rozkłady uziarnienia produktów rozdrabiania wg zadanych parametrów równania obliczone funkcją (3)

		Kruszarki			
		Szczękowa	Stożkowa	Stożkowa	Stożkowa
a		1.3	0.7	0.7	0.7
b		1.65	1.3	1.4	1.5
e		123	30	12	4
d(i-1).	d(i).	F1(d)	F2(d)	F3(d)	F4(d)
-niesk	0	0.000	0.000	0.000	0.000
0	0.5	0.000	0.002	0.008	0.037
0.5	1	0.000	0.006	0.021	0.096
1	2	0.001	0.016	0.055	0.233
2	5	0.007	0.055	0.186	0.616
5	8	0.014	0.104	0.328	0.842
8	11	0.024	0.158	0.462	0.944
11	16	0.044	0.252	0.649	0.992
16	25	0.090	0.419	0.859	1.000
25	32	0.131	0.535	0.937	1.000
32	63	0.350	0.862	0.999	1.000
63	125	0.737	0.994	1.000	1.000
125	250	0.985	1.000	1.000	1.000
250	500	1.000	1.000	1.000	1.000
	d ₉₅ :=	207	81	29	10

$$F(z) = 1 - e^{-a \cdot z^b}$$



Rys. 14. Rozkład ziarn produktów rozdrabiania w stadiach 1-4

Sprawność/skuteczność przesiewania

$$\varepsilon(x) = 1 - x^a$$

Tabela 3. Przykładowe sprawności klasyfikacji na sitach o różnych oczkach.

$a :=$	2	2	4	3	3	3	3	3
$d_s :=$	63	25	16	11	8	5	2	
d_{i-1}	d_i	Skuteczność przesiania klasy i na sicie z oczkiem d_s						
0.0	0.5	1.0000	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9980
0.5	1	0.9999	0.9991	1.0000	0.9997	0.9992	0.9966	0.9473
1	2	0.9994	0.9964	0.9999	0.9975	0.9934	0.9730	0.5781
2	5	0.9969	0.9804	0.9977	0.9678	0.9163	0.6570	0.0000
5	8	0.9894	0.9324	0.9728	0.7937	0.4636	0.0000	0.0000
8	11	0.9773	0.8556	0.8757	0.3558	0.0000	0.0000	0.0000
11	16	0.9541	0.7084	0.4932	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	25	0.8941	0.3276	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	32	0.7954	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
32	63	0.4315	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
63	125	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
125	250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
250	500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

gdzie: $x = d/d_s$ oraz $0 < x \leq 1$; d_s jest średnicą oczka sita, $a \geq 0$.

Arkusz obliczeniowy

Tabela 4. Rezultat obliczeń arkusza kalkulacyjnego - wartości wybranych strumieni sytemu z rys.12

	a																0.7	4	3						
	b																1.3								
	e	63	0	25																5	0	30	16	11	0
suma[m3/h]		120	120.00	25.34	94.66	5.82	19.52	0.56	5.25	0.00	19.52	114.18	114.18	24.03	90.15	13.89	10.14	0.00							
d(i-1).	d(i).	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16							
-niesk	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
0	0.5	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.39	0.00	0.39	0.00							
0.5	1	0.04	0.04	0.04	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.57	0.00	0.57	0.00								
1	2	0.12	0.12	0.12	0.00	0.12	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	1.38	0.00	1.38	0.00								
2	5	0.61	0.61	0.61	0.00	0.60	0.01	0.39	0.21	0.00	0.01	0.01	5.18	5.17	0.01	5.00	0.17								
5	8	0.92	0.92	0.91	0.01	0.85	0.06	0.00	0.85	0.00	0.06	0.07	5.95	5.79	0.16	4.59	1.19								
8	11	1.16	1.16	1.14	0.03	0.97	0.16	0.00	0.97	0.00	0.16	0.19	6.28	5.50	0.78	1.96	3.54								
11	16	2.40	2.40	2.29	0.11	1.62	0.67	0.00	1.62	0.00	0.67	0.78	10.61	5.23	5.38	0.00	5.23								
16	25	5.47	5.47	4.89	0.58	1.60	3.29	0.00	1.60	0.00	3.29	3.87	18.09	0.00	18.09	0.00	0.00								
25	32	5.03	5.03	4.00	1.03	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	4.00	5.03	12.40	0.00	12.40	0.00	0.00								
32	63	26.24	26.24	11.32	14.92	0.00	11.32	0.00	0.00	0.00	11.32	26.24	35.13	0.00	35.13	0.00	0.00								
63	125	46.40	46.40	0.00	46.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.40	16.90	0.00	16.90	0.00	0.00								
125	250	29.76	29.76	0.00	29.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.76	1.30	0.00	1.30	0.00	0.00								
250	500	1.82	1.82	0.00	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
		120.00	120.00	25.34	94.66	5.82	19.52	0.56	5.25	0.00	19.52	114.18	114.18	24.03	90.15	13.89	10.14	0.00							

Wynik obliczeń

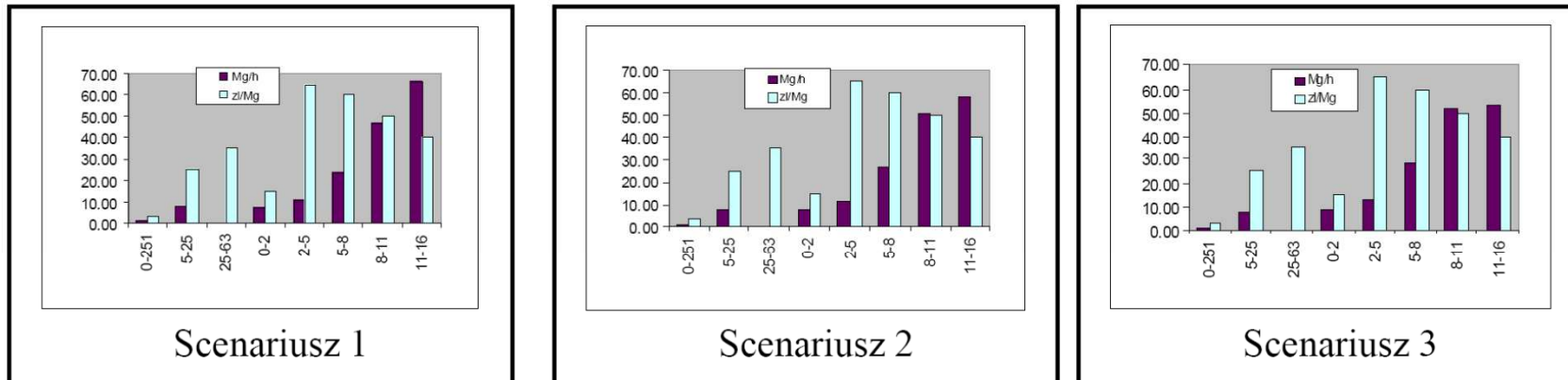
Tabela 5. Przykład wydajności sortymentów kruszywa i ich wartość wg przyjętych cen jako wynik obliczeń symulacyjnych scenariusza “001”

:	Produkty	Wydajność	Wydajność	Cena	Wartość
NrStrum	mm	m ³ /h	Mg/h	zł/Mg	zł/h
1	0-250	120.00	192.00	-	-
6	0-251	0.56	0.90	3	3
7	5-25	5.25	7.88	25	197
8	25-63	0.00	0.00	35	0
29	0-2	5.44	8.16	15	122
30	2-5	9.59	12.95	65	841
31	5-8	21.26	28.70	60	1722
32	8-11	38.56	52.06	50	2603
16+33	11-16	39.33	53.10	40	2124
	Razem:=	120.00	356		7612

Ceny i wychody produktów

Kryterium optymalizacji

$$Wp = \sum_i^n P(i) * C(i)$$



Rys. 16. Rozkład wydajności produktów na tle ich cen rynkowych obliczone dla wcześniej zdefiniowanych trzech scenariuszy

Obciążenie maszyn w różnych stadiach

Tabela 6. Obciążenie kruszarek i ich liczba w poszczególnych stadiach rozdrabiania

Scenariusz	1	2	3
	010	000	001
Kruszarki stożkowe, D_w/B	1200/250	900/70	900/50
Obciążenie kruszarki st_I, m^3/h	114.18	114.18	114.18
Obciążenie kruszarki st_II, m^3/h	263.4	293.4	100.29
Obciążenie kruszarki st_III, m^3/h	0	0	100.35
Potrzeba kruszarek_I	2	2	2
Potrzeba kruszarek_II	5	5	3
Potrzeba kruszarek_III	0	0	3
Wartość produkcji, $zł/h$	7435	7531	7612
Cena zakupu kruszarek, $zł$	4800000	4800000	4560000

Dziękuję za uwagę