Politechnika Krakowska
Instytut Technologii Maszyn
i Automatyzacji Produkcji

Dobór parametrów skrawania na przykładzie toczenia

Dr hab. inż. Bogdan Słodki

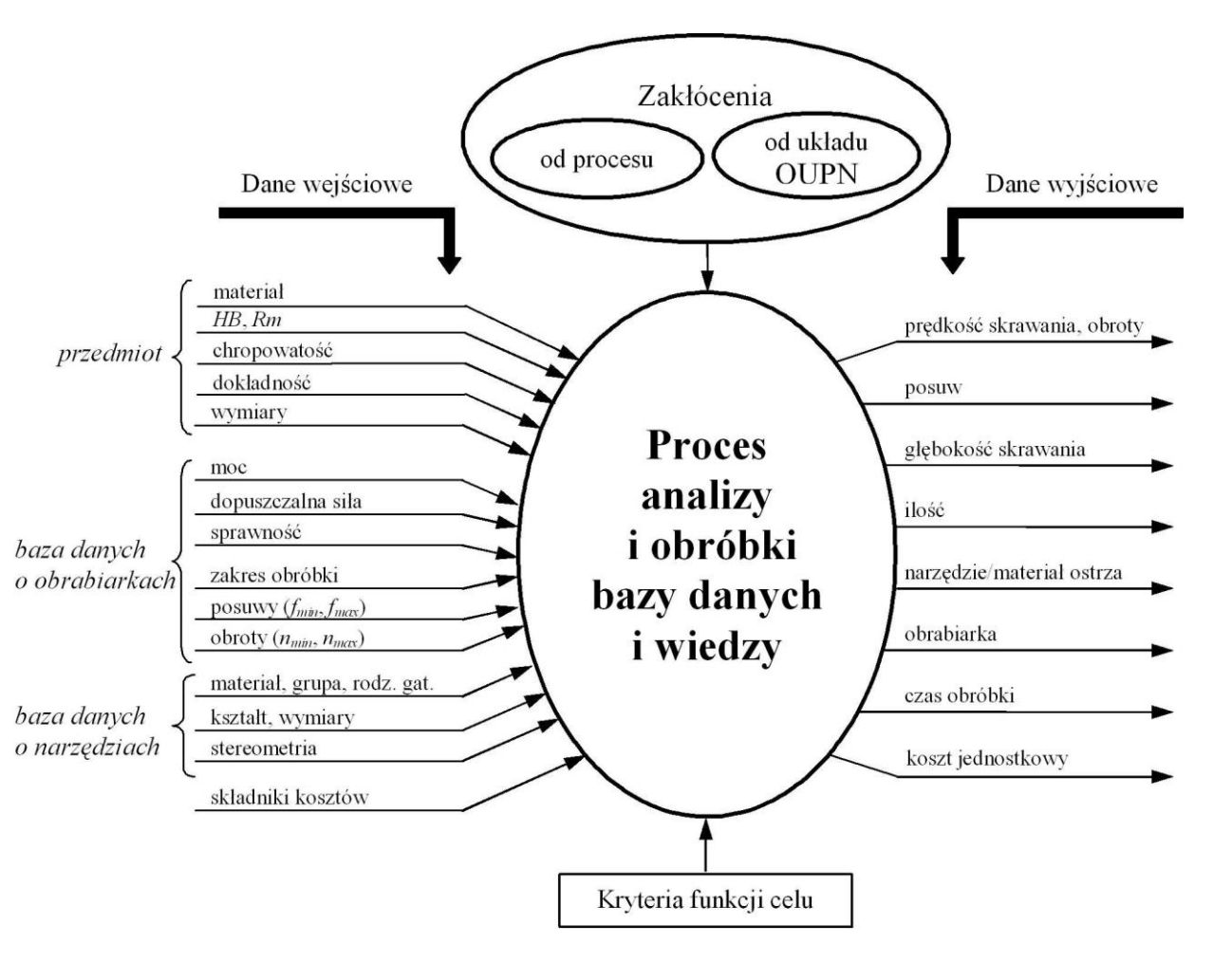
Rodzaje obróbki wiórowej

Najczęściej stosowanymi rodzajami obróbki wiórowej są:

Toczenie

Wiercenie

Frezowanie


Zakłócenia
od procesu
od układu OUPN
Dane wejściowe
Dane wyjściowe
przedmiot
materiał
HB, Rm
chropowatość
dokładność
wymiary
baza danych o obrabiarkach
moc
dopuszczalna siła
sprawność
zakres obróbki
posuwy (f_{min}, f_{max})
obroty (n_{min}, n_{max})
baza danych o narzędziach
materiał, grupa, rodz. gat.
kształt, wymiary
stereometria
składniki kosztów
Proces analizy i obróbki bazy danych i wiedzy
prędkość skrawania, obroty
posuw
głębokość skrawania
ilość
narzędzie/materiał ostrza
obrabiarka
czas obróbki
koszt jednostkowy
Kryteria funkcji celu

$v_c = ?$

$a_p = ?$

$f = ?$

Ograniczenia

Obróbka zgrubna: moc obrabiarki

Obróbka wykończeniowa: jakość powierzchni

Wspólne: obszar zastosowania zwijacza wiórów
okres trwałości ostrza

SANDVIK Coromant

ISO	CMC No.	Materiał		Opór skrawania k_c 0,4 N/mm²	Twardość HB	◀ Odporność na zużycie Podstawowe gatunki CT5015			CT525		
						Posuw mm/obr 0,05 – 0,1 – 0,2			0,05 – 0,1 – 0,3		
						Prędkość skrawania m/min					
P	01.1	Stal węglowa	C = 0,15%	1900	125	640	530	430	490	410	290
	01.2		C = 0,35%	2100	150	580	490	390	450	380	260
	01.3		C = 0,60%	2250	200	510	420	340	390	330	230
	02.1	Stal niskostopowa	Wyżarzona	2100	180	445	370	300	315	265	180
	02.2		Ulepszona cieplnie	2600	275	305	250	205	215	180	125
	02.2		Ulepszona cieplnie	2700	300	280	235	190	200	165	115
	02.2		Ulepszona cieplnie	2850	350	245	205	165	175	145	100
	03.1	Stal wysoko stopowa	Wyżarzona	2600	200	400	330		280	235	165
	03.2		Utwardzona	3900	325	195	160		145	115	80
	05.1	Stal nierdzewna wyżarzona	Martenzytyczna / ferrytyczna	2300	200	345	285		290	245	180
	06.1	Staliwo	Niestopowe	2000	180	270	225		190	155	
	06.2		Niskostopowe	2500	200	270	225		190	155	
	06.3		Wysokostopowe	2700	225	220	180		150	120	

	Materiał *Meterial*	Twardość *Hardness* **HB**	**NMP20**	**NMM30**	**NMK20**	**NMK30**	**N250**	**N300**
			Posuw (mm/ostrze) / *Feed (mm/tooth)*					
			0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,4	0,1-0,3
			Prędkość skrawania (m/min) / *Cutting Speed (m/min)*					
P	Stal węglowa konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia *Constructional carbon steel of general application* C 0,2% C 0,2% C 0,2%	 135 180 230	 330-230 300-200 240-150				 280-200 240-150 190-110	
	Stal niskostopowa *Low-alloy steel* - wyżarzona / *annealed* - ulepszona / *hardened*	 180 300	 230-150 120-80				 200-120 100-80	
	Staliwo *Cast steel* - niestopowe / *non-alloy* - niskostopowe / *low-alloy*	 200 200	 240-150 185-120				 220-120 160-100	
M	Stal nierdzewna *Stainless steel* - ferrytyczno-martenzytyczna / *ferr-mart.* - utwardzana / *hardened* - austenityczna / *austenitic*	 200 330 200		 200-110 110-80			 160-120 80-60 140-120	 190-140 100-80 170-140

SANDVIK Coromant

Podział zakresu obróbki:

Area:	Feed[mm/r]		ap[mm]
		Shape=R	
A. Extreme finishing	0.05-0.15	0.1-0.3	0.25-2.0
B. Finishing	0.1-0.3	0.2-0.5	0.5-2.0
C. Medium machining	0.2-0.5	0.4-1.0	1.5-4.0
D. Light roughing	0.4-1.0	0.5-1.5	3.0-10.0
E. Roughing	0.5-1.5	>0.7	6.0-15.0
F. Heavy roughing	>0.7		8.0-20.0

OK

Cancel

Użyteczne wzory:

- *Objętościowa wydajność skrawania* Q_v

$$Q_v = v_c \cdot a_p \cdot f$$

Ustalenie wartości posuwu *f*

- f_{1max} - z zakresu obróbki,
- f_{2max} - z dopuszczalnego zakresu posuwów dla gatunku i geometrii płytki,
- f_{3max} - z założonej wartości chropowatości R_t (odniesionej do *Ra*), wg wzoru:

$$R_t = \frac{f^2}{8 r_\varepsilon} \times 1000 \, (\mu m)$$

$$f_{3\max} = \sqrt{\frac{8 \cdot r_\varepsilon \cdot R_t}{1000}}$$

Korekta prędkości skrawania v_c ze względu na:

- Rzeczywistą twardość materiału obrabianego HB_{mat} - HB_{CMC},
- Maksymalną prędkość obrotową wrzeciona

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D}$$

- Jeżeli $n > n_{max}$ to $n = n_{max}$

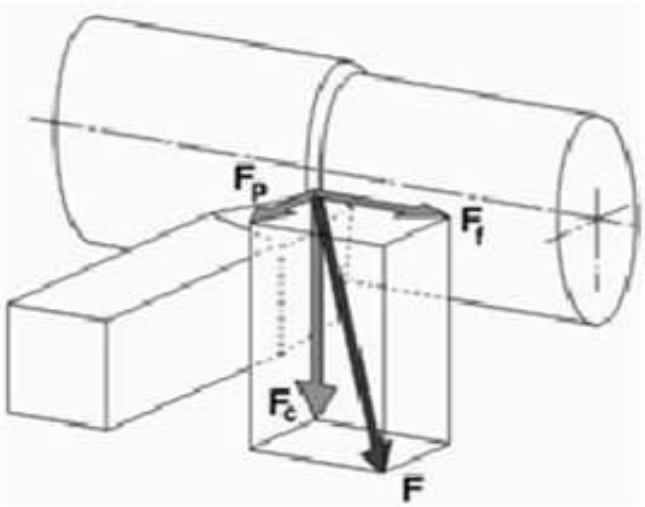
$$v_c = \frac{\pi \cdot n \cdot D}{1000}$$

Współczynniki korekty

CMC No.	Różnica twardości[HB]								
	- 80	- 60	- 40	-20	0	+ 20	+ 40	+ 60	+80
01				1,07	1,0	0,95	0,90		
02	1,26	1,18	1,12	1,05	1,0	0,94	0,91	0,86	0,83
03			1,21	1,10	1,0	0,91	0,84	0,79	
05			1,21	1,10	1,0	0,91	0,85	0,79	0,75
06			1,31	1,13	1,0	0,87	0,80	0,73	
07		1,14	1,08	1,03	1,0	0,96	0,92		
08			1,25	1.10	1,0	0,92	0,86	0,80	

Współczynniki korekty okresu trwałości ostrza:

OTO [min]	10	15	20	25	30	45	60
Wsp. korekcji	1,10	1,00	0,95	0,90	0,87	0,80	0,75



F – wypadkowa siła skrawania

F_c – siła skrawania (obwodowa)

F_f – siła posuwowa (osiowa)

F_p – siła odporowa (promieniowa)

$$F_c : F_f : F_p = 4:2:1$$

$$F = \sqrt{F_c^2 + F_f^2 + F_p^2}$$

$$F = \sqrt{4^2 + 2^2 + 1^2}$$

Obliczanie siły i mocy skrawania :

- Głowna siła skrawania F_c

$$F_c = k_c \cdot a_p \cdot f \qquad [\mathrm{N}]$$

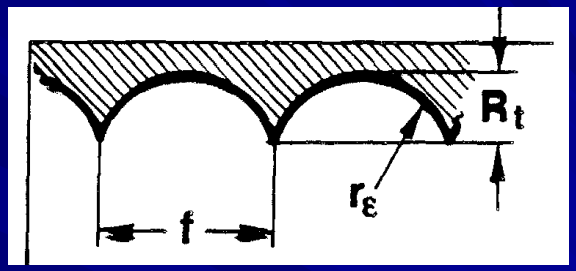
- Moc

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{\eta \cdot 60000} \qquad [\mathrm{kW}]$$

Głebokość profilu R_t

Teoretyczna (R_t) wartość głębokości profilu może być obliczona jako :

$$R_t = \frac{f^2}{8\,r_\varepsilon} \times 1000\ (\mu m)$$



Rz_t – głebokość profilu (teor. wartość parametru Rz)

r_ε –promień naroża

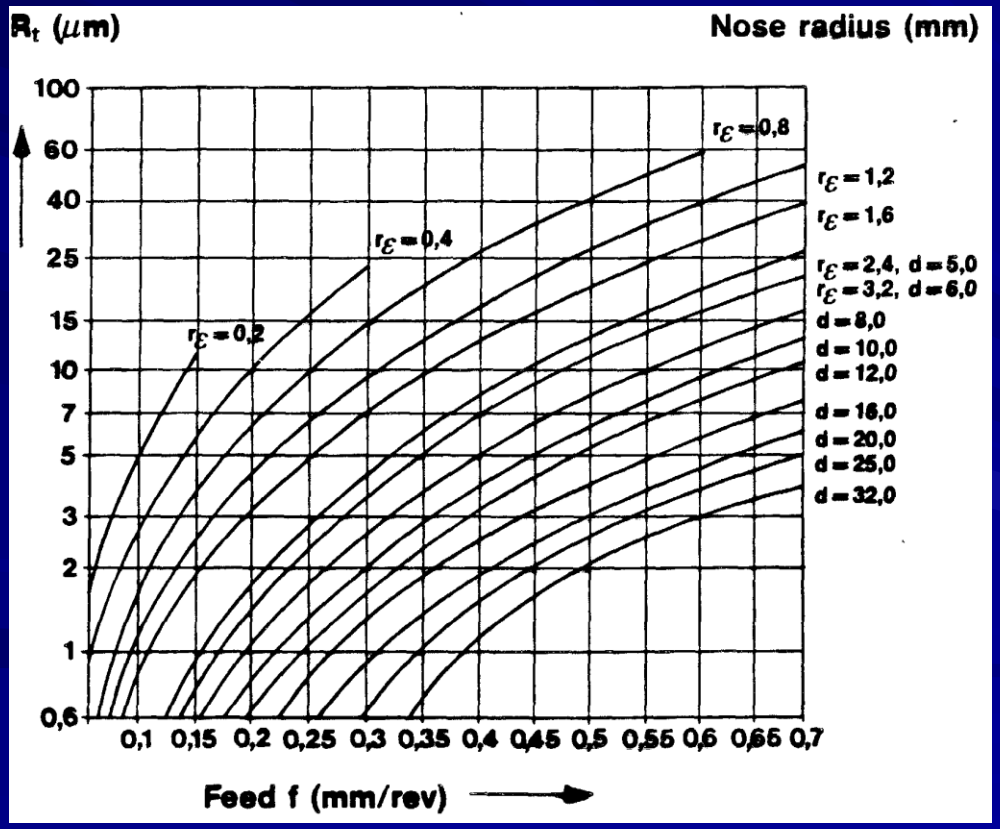
f -posuw, mm/obr

R_t µm	Ra = CLA = AA µm	µin
1,6	0,30	11,8
1,8	0,35	13,8
2,0	0,40	15,7
2,2	0,44	17,5
2,4	0,49	19,2
2,6	0,53	20,8
2,8	0,58	22,7
3,0	0,63	24,6
3,5	0,71	27,8
4,0	0,80	31,4
4,5	0,90	35,2
5,0	0,99	38,8
6,0	1,2	47,2
7,0	1,4	55,1
8,0	1,6	63,0
9,0	1,8	71
10,0	2,0	79
15,0	3,2	126
20,0	4,4	173
25,0	5,8	238
27,0	6,3	247
30,0	7,4	292
35,0	8,8	346
40,0	10,7	422
45,0	12,5	485
50,0	14,0	552

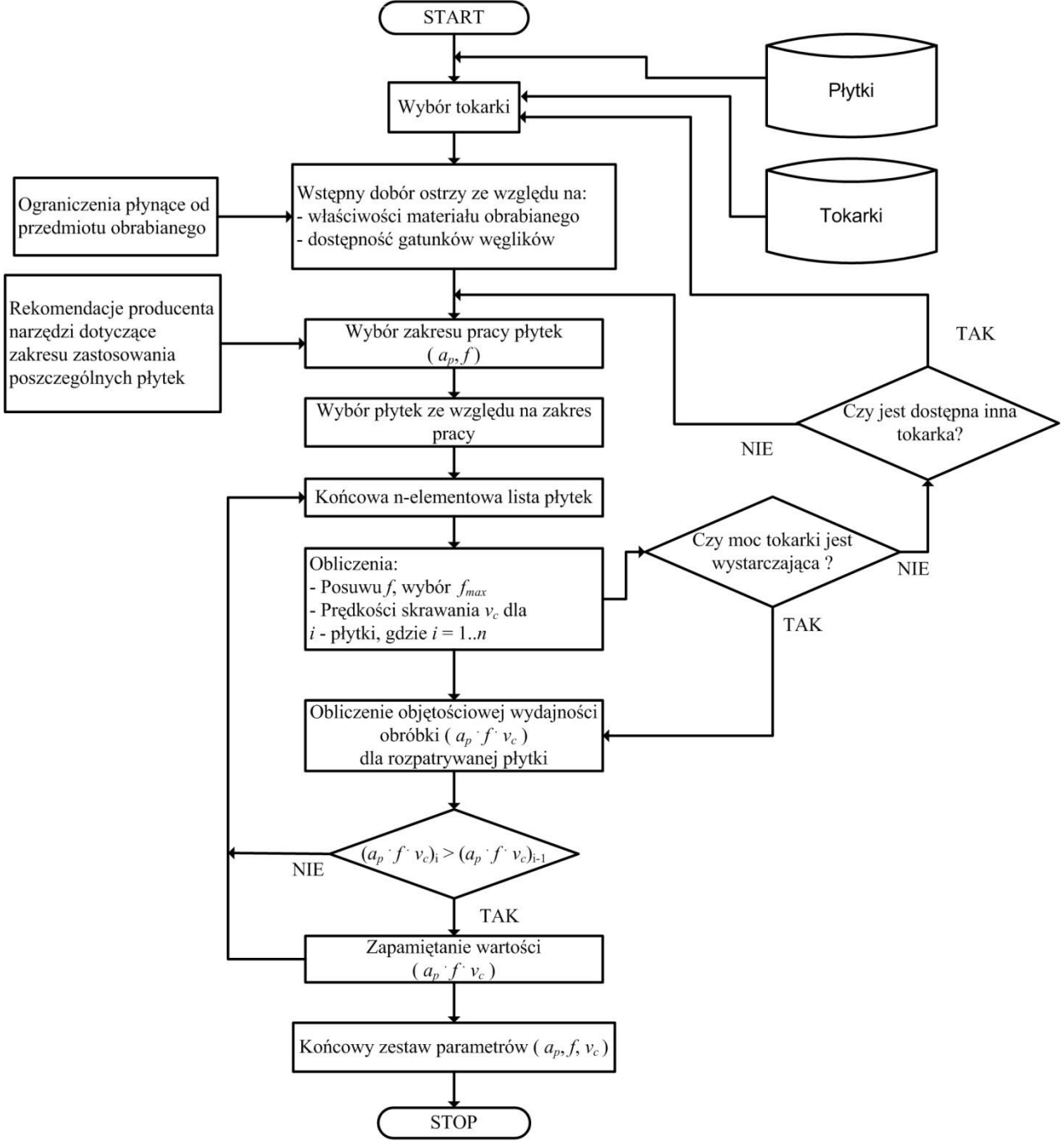
SANDVIK Coromant

Diagram pomocniczy

Diagram pozwalający na dobór posuwu w zależności od R_t i promienia naroża



Przykładowy algorytm doboru parametrów skrawania dla toczenia


START
Płytki
Wybór tokarki
Tokarki
Ograniczenia płynące od przedmiotu obrabianego
Wstępny dobór ostrzy ze względu na:
- właściwości materiału obrabianego
- dostępność gatunków węglików
Rekomendacje producenta narzędzi dotyczące zakresu zastosowania poszczególnych płytek
Wybór zakresu pracy płytek (a_p, f)
TAK
Wybór płytek ze względu na zakres pracy
Czy jest dostępna inna tokarka?
NIE
Końcowa n-elementowa lista płytek
Czy moc tokarki jest wystarczająca ?
NIE
Obliczenia:
- Posuwu f, wybór f_{max}
- Prędkości skrawania v_c dla
i - płytki, gdzie i = 1..n
TAK
Obliczenie objętościowej wydajności obróbki ($a_p \cdot f \cdot v_c$) dla rozpatrywanej płytki
$(a_p \cdot f \cdot v_c)_i > (a_p \cdot f \cdot v_c)_{i-1}$
NIE
TAK
Zapamiętanie wartości ($a_p \cdot f \cdot v_c$)
Końcowy zestaw parametrów (a_p, f, v_c)
STOP

Dziękuję za uwagę