

PL

# Obróbka twardego

Maciej Gara

YG-1 Poland



[www.yg1.kr](http://www.yg1.kr)



# Stale hartowane



## Stale hartowane

**Stale hartowane** to rodzaj stali, która została poddana procesowi hartowania w celu poprawy jej właściwości mechanicznych, takich jak twardość i wytrzymałość na ścieranie. Proces hartowania polega na nagrzewaniu stali do wysokiej temperatury (zwykle 30-50°C powyżej temperatury przemiany austenitycznej), a następnie szybkim chłodzeniu jej w wodzie, cieczy hartowniczej, oleju lub powietrzu.

Hartowanie jest jednym z etapów obróbki cieplnej stali, który może być stosowany samodzielnie lub w połączeniu z innymi procesami, takimi jak odpuszczanie, aby uzyskać pożądane właściwości materiału. **Oto główne kroki procesu hartowania:**

1. **Nagrzewanie:** Stal jest nagrzewana do określonej temperatury, często między 800 a 900°C, w zależności od składu chemicznego stali.
2. **Utrzymywanie temperatury:** Stal jest utrzymywana w tej temperaturze przez pewien czas, aby zapewnić równomierne nagrzanie.
3. **Chłodzenie:** Stal jest szybko chłodzona w medium chłodzącym, takim jak woda, olej lub powietrze. Szybkie chłodzenie prowadzi do przemiany martenzytycznej, która znacznie zwiększa twardość stali.

W wyniku hartowania stal staje się bardzo twarda, ale jednocześnie może stać się krucha. Aby poprawić jej elastyczność i wytrzymałość, często przeprowadza się dodatkowy proces odpuszczania, który polega na ponownym nagraniu stali do niższej temperatury (zwykle od 150 do 650°C) i powolnym jej chłodzeniu.

### Zastosowania stali hartowanych

Stale hartowane są szeroko stosowane w różnych gałęziach przemysłu, gdzie wymagana jest wysoka twardość i odporność na ścieranie, na przykład:

- Narzędzia skrawające (np. wiertła, noże, piły)
- Części maszyn (np. wały, koła zębate, łożyska)
- Elementy konstrukcyjne (np. sprężyny, części narażone na duże obciążenia)

Hartowanie jest kluczowym procesem w inżynierii materiałowej, który pozwala dostosować właściwości stali do specyficznych wymagań aplikacji.

## Stale hartowane

Obróbka skrawaniem stali hartowanych jest wyzwaniem ze względu na wysoką twardość i ścieralność tych materiałów. Skuteczne skrawanie wymaga stosowania odpowiednich narzędzi i technik, aby zapewnić wysoką jakość wykończenia powierzchni i minimalizować zużycie narzędzi.

### Narzędzia do obróbki stali hartowanych:

1. **Węglik spiekany:** Narzędzia wykonane z węglika spiekanego są najczęściej stosowane ze względu na ich wysoką twardość i odporność na zużycie.
2. **Cermetale:** Narzędzia cermetalowe łączą właściwości ceramiki i metali, co pozwala na uzyskanie dobrej twardości i wytrzymałości. Nadają się do obróbki stali o twardości do około 60 HRC.
3. **Ceramika:** Narzędzia ceramiczne są bardzo twarde i odporne na wysokie temperatury, co czyni je idealnymi do obróbki stali hartowanych o twardości do około 65 HRC. Wadą jest ich kruchość, co może prowadzić do pęknięć narzędzi przy obróbce z dużymi siłami.
4. **Azotek boru (CBN):** Narzędzia wykonane z sześciennego azotku boru (CBN) są najbardziej odpowiednie do obróbki bardzo twardych stali (powyżej 65 HRC). CBN jest niezwykle twardy i odporny na zużycie oraz wysokie temperatury.

# Grupy VDI materiałów twardych

<b>H</b>	VDI 3323 <b>38</b>	Material Description					Composition / Structure / Heat Treatment					HB	HRc
		Hardened steel					Hardened					550	55
Mat'l No.	JIS	DIN	AISI/ASTM/SAE	BS	EN	AFNOR	SS	UNI	UNE / IHA	UNS	GOST	Brands	

1.1231	S70C-CSP	Ck67	1070	060 A67	C 67S	XC 68	1770	C 70	F5103		70	
1.1248	C 75											
1.1274	SUP 4											
1.1545	SK 3											
1.2762		75Cr										
1.3401	SCMnH1	GX1										
1.4021	SUS 420 J1	X 2										
1.4109	SUS 440 A	X 65										
1.4112	SUS 440 B	X 90										
1.4125	SUS 440 C	X 105										
1.6746		32Ni										
1.7176	SUP9(A)											
1.7225	SCM 440 (H)	42										

<b>H</b>	VDI 3323 <b>40</b>	Material Description					Composition / Structure / Heat Treatment					HB	HRc
		Chilled cast iron					Cast					400	42
Mat'l No.	JIS	DIN	AISI/ASTM/SAE	BS	EN	AFNOR	SS	UNI	UNE / IHA	UNS	GOST	Brands	

0.9620		GX260NiCr42	A532 IB	Grade 2 A	GJN-HV520	FB N4 Cr2 BC	0512	-			F45001	Ni-Hard2
0.9625		GX330NiCr										
0.9630		GX300CrNiSi										
0.9640		GX300CrMoNi										
0.9650		GX260Cr2										
0.9655		GX300CrNiMo										
1.4841	SUH 310	X15CrNiSi25										

<b>H</b>	VDI 3323 <b>41</b>	Material Description					Composition / Structure / Heat Treatment					HB	HRc
		Hardened cast iron					Hardened					550	55
Mat'l No.	JIS	DIN	AISI/ASTM/SAE	BS	EN	AFNOR	SS	UNI	UNE / IHA	UNS	GOST	Brands	

0.9635		GX300CrMo 15 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.9645		GX260CrMoNi 20 21	-	-	-	-	-	-	-	-	F45007	-

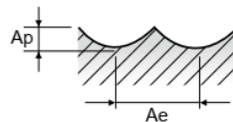
# Parametry

## G8A28, G8A38, G8A53 SERIES 2 FLUTE BALL NOSE

Vc = m/min.  
 fz = mm/tooth  
 RPM = rev/min.  
 FEED = mm/min.

ISO	VDI 3323	Material Description	Ae	Ap	Parameter	Diameter (Ø)						
						0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
P	5	Non-alloy steel	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155
					fz	0.012	0.015	0.019	0.024	0.029	0.039	0.048
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338
					FEED	1146	1432	1966	2445	2923	3879	4736
	8-9	Low alloy steel	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155
					fz	0.012	0.015	0.019	0.024	0.029	0.039	0.048
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338
					FEED	1146	1432	1966	2445	2923	3879	4736
	11.1	High alloyed steel and tool steel	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155
					fz	0.012	0.015	0.019	0.024	0.029	0.039	0.048
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338
					FEED	1146	1432	1966	2445	2923	3879	4736
11.2	High alloyed steel and tool steel	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155	
				fz	0.011	0.014	0.017	0.021	0.025	0.033	0.042	
				RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338	
				FEED	1050	1337	1759	2139	2520	3283	4144	
H	38.1	Hardened steel	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155
					fz	0.011	0.014	0.017	0.021	0.025	0.033	0.042
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338
					FEED	1050	1337	1759	2139	2520	3283	4144
	38.2	Hardened steel	0.05D	0.02D	Vc	30	40	55	70	85	115	140
					fz	0.011	0.013	0.017	0.021	0.024	0.033	0.042
					RPM	47746	42441	43768	44563	45094	45757	44563
					FEED	1050	1103	1488	1872	2165	3020	3743
	39.1	Hardened steel	0.05D	0.02D	Vc	25	40	50	65	75	100	125
					fz	0.01	0.012	0.015	0.019	0.023	0.03	0.038
					RPM	39789	42441	39789	41380	39789	39789	39789
					FEED	796	1019	1194	1572	1830	2387	3024
	39.2	Hardened steel	0.05D	0.02D	Vc	20	35	45	55	65	90	110
					fz	0.01	0.012	0.015	0.019	0.023	0.03	0.037
					RPM	31831	37136	35810	35014	34484	35810	35014
					FEED	637	891	1074	1331	1586	2149	2591
	39.3	Hardened steel	0.05D	0.02D	Vc	20	30	40	50	60	80	110
					fz	0.009	0.011	0.014	0.017	0.022	0.029	0.033
					RPM	31831	31831	31831	31831	31831	31831	35014
					FEED	573	700	891	1082	1401	1846	2311
	40	Chilled Cast Iron	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155
					fz	0.011	0.014	0.017	0.021	0.025	0.033	0.042
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338
					FEED	1050	1337	1759	2139	2520	3283	4144
41	Hardened Cast Iron	0.05D	0.02D	Vc	30	40	55	70	85	115	140	
				fz	0.011	0.013	0.017	0.021	0.024	0.033	0.042	
				RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338	
				FEED	1050	1337	1759	2139	2520	3283	4144	

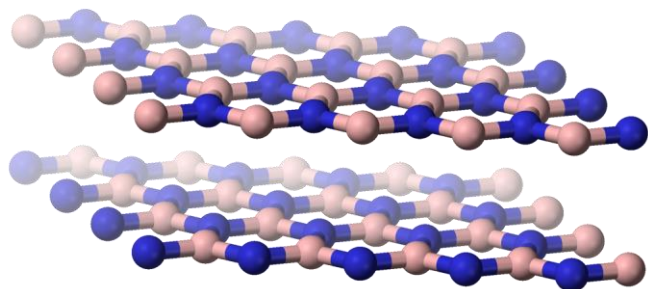
► NEXT PAGE



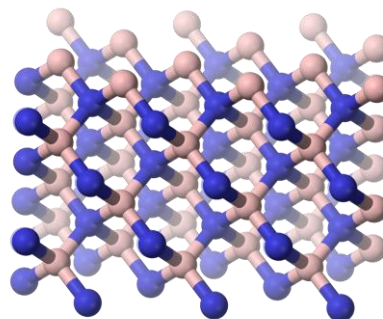
HRc 40 ~ HRc 50	38.1	Hardened steel	0.05D	0.02D
HRc 50 ~ HRc 55	38.2		0.05D	0.02D
HRc 55 ~ HRc 60	39.1		0.05D	0.02D
HRc 60 ~ HRc 65	39.2		0.05D	0.02D
HRc 65 ~ HRc 70	39.3		0.05D	0.02D

## cBN - Cubic Boron Nitride - Borazon

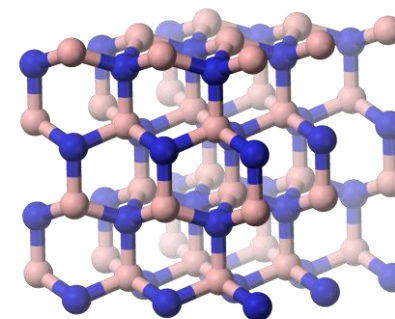
**Azotek boru to** nieorganiczny związek chemiczny boru i azotu, który występuje w trzech odmianach ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ):



$\alpha$  azotek boru



$\beta$  azotek boru

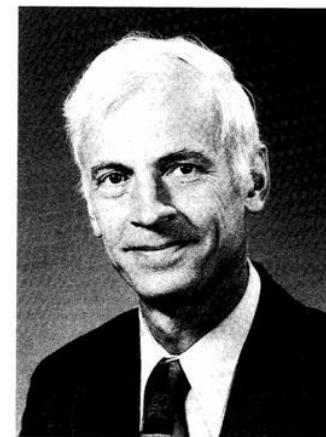


$\gamma$  azotek boru

**Azotek boru  $\beta$** , o układzie normalnym (sześciennym), wytworzony po raz pierwszy przez Roberta Wentorf'a w 1957r., jest drugim, po diamencie, najtwardszym materiałem jaki znamy

W 1969r. CBN (sześcienny azotek boru) został zaprezentowany na szerszym rynku przez General Electric pod nazwą BORAZON®. Komercyjna produkcja CBN rozpoczęła się dopiero na początku lat 90-tych.

Technicznie nazwa **PCBN** (podobnie do PCD i Diamentu) jest bardziej trafna





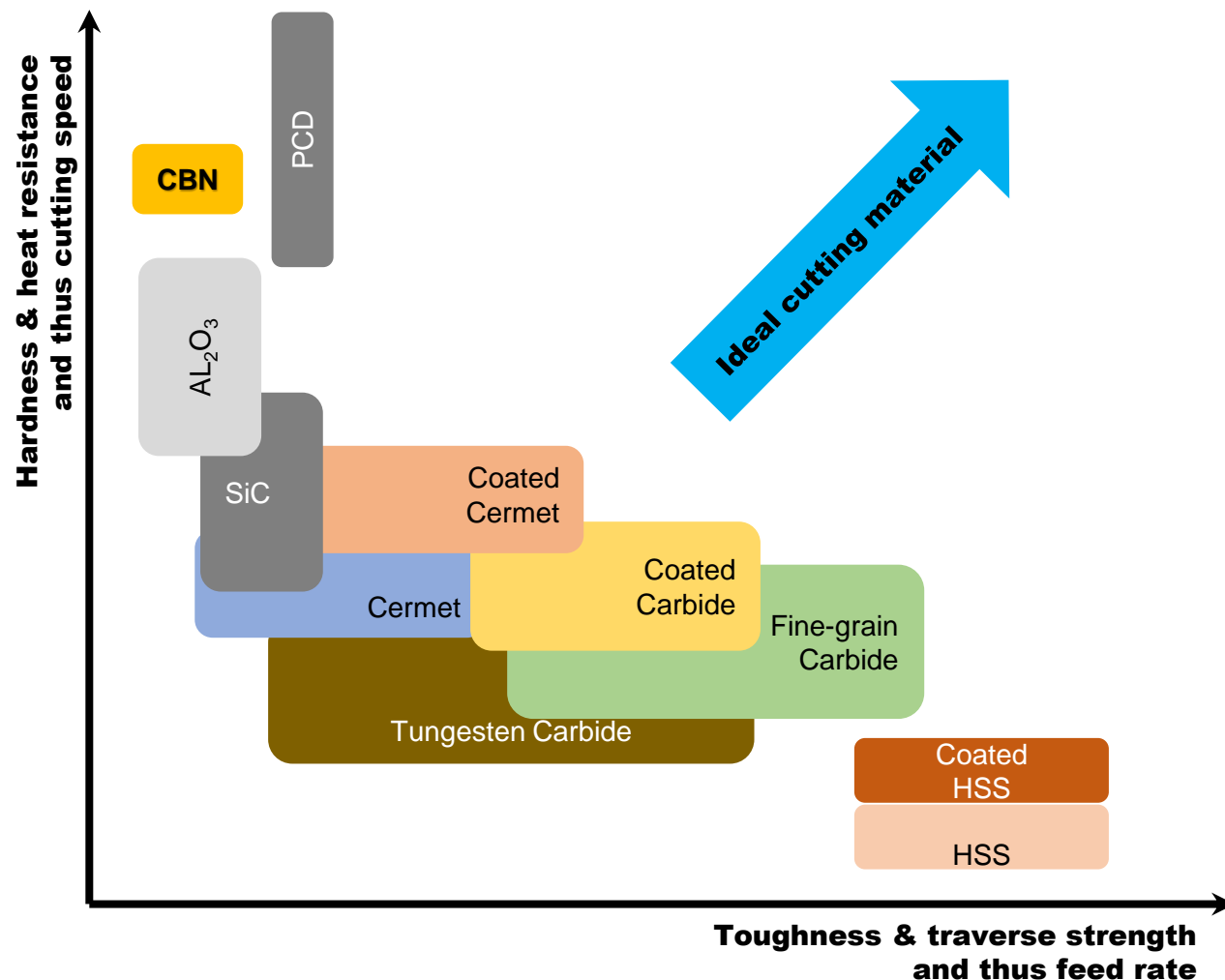
# PCBN

Polikrystaliczny azotek boru (PCBN) to materiał kompozytowy składający się z sześciennego azotku boru (cBN) oraz ceramicznego lub metalowego spoiwa

PCBN jest chemicznie obojętny aż do temperatur rzędu 1500°C oraz, w przeciwieństwie do PCD, nie reaguje z żelazem

PCBN jest szeroko stosowane jako narzędzie do obróbki materiałów twardych i/lub abrazyjnych zawierających żelazo jak żeliwo i stale hartowane

Odpowiednie dobranie PCBN (zawartość cBN, wielkość ziarna, spoiwo) oraz geometrii ostrza jest zazwyczaj dużo bardziej wymagająca niż ma to miejsce w przypadku węglików.



# Frezy CBN

## ► CBN End mills

- Obróbka High Speed materiałów hartowanych
- Duża zawartość CBN dla doskonałej odporności na uderzenia oraz bardzo dobrej odporności chemicznej
- **Pracują z największymi prędkościami skrawania** i formują wióry inaczej niż węgiel
- Frezy proste z promieniem od  $\varnothing 0,5$  do  $\varnothing 2$  mm
- Frezy kulowe od  $\varnothing 0,4$  do  $\varnothing 3$  mm

## ► Główne atrybuty

- Najwyższe tolerancje promieni – w kulach i frezach z promieniem
- Różne długości wysięgu dla danej średnicy
- **Lustrzana powierzchnia bez szlifowania**
- Największa rozdzielczość przy wierszowaniu

## ► Docelowe materiały

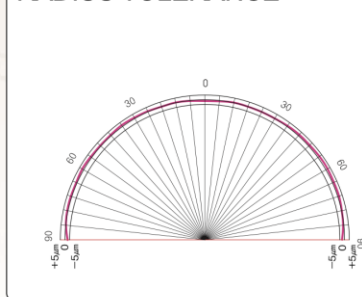
**H**

- Stale hartowane od HRc 50, aż do HRc70

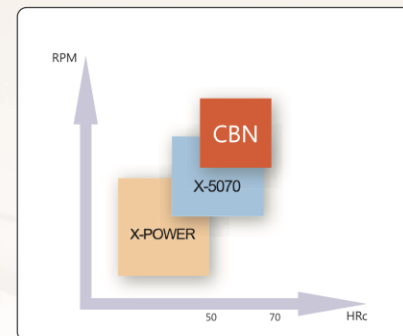
## ► Zastosowanie

- Die & Mold: Przemysł formierski, **super finisz i mikro struktury**

### RADIUS TOLERANCE



\* Tighter Radius Tolerance  $\pm 0.005\text{mm}$   
higher accuracy and longer tool life.



\* High Speed & Finishing



2 ostrzowe frezy z promieniem

2 ostrzowe kule

◎ : Excellent ○ : Good

ISO	N									S						H					
	Aluminum-wrought alloy		Aluminum-cast, alloyed			Copper and Copper Alloys (Bronze / Brass)				Non Metallic Materials		Heat Resistant Super Alloys			Titanium Alloys			Hardened steel	Chilled Cast Iron	Hardened Cast Iron	
VDI 3323	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
HRc											15	30	25	38	34			55	60	42	55
HB	60	100	75	90	130	110	90	100			200	280	250	350	320	400 Rm	1050 Rm	550	630	400	550
Recommend											◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

# Application Example from USA

## Reconditioning of a powder stamp

- Replacing the traditional reconditioning process with hard milling
- High vanadium tool steel (15% Va)
- Dry machining

- CBN Ballnose end mills Ø1,5mm & Ø0,8mm plus CBN End Mills Ø0,5mm with corner radii

- Vc eff = 34m/min (112sfm); S20.000
- Fz eff = 0,065mm/th (.0026ipt); F800
- Ap = 0,051mm (.002in); Ae = 0,051mm (.0002in)

- 50% reduction in process steps and consumables

- Eliminate 2 complete process steps: Milling Graphite Electrodes and EDM of punch
- Minimize hand polishing which requires experience, expertise and time

### CHALLENGE

### SOLUTION

### CUTTING DATA

### RESULT

### BENEFIT

## Process Plan – X5070 and CBN End Mills

		CROSS		Proposed Tool Selection				YG	
	EDP	Description	Shank Dia	Mill Dia	DOC	StepOver	RPM	IPM	
Tool 1 Rough	G859061	CARBIDE, 4 FLUTE STUB LENGTH CORNER RADIUS HIGH FEED	6	6	0.02	0.02	4500j	141.7	
Tool 2 Semi Rough	G8A37030	CARBIDE, 4 FLUTE STUB LENGTH CORNER RADIUS with EXTENDED NECK	6	3	0.01	0.01	6400	9.1	
Tool 3 Semi Finish	G8A38060	CARBIDE, 2 FLUTE BALL NOSE	6	6	0.004	0.005	8000	68.9	
Tool 4 Semi Finish	G8A38030	CARBIDE, 2 FLUTE BALL NOSE	6	3	0.002	0.003	19000	90.6	
Tool 5 Semi Finish	ESB94015030	CBN, 2 FLUTE BALL NOSE	4	1.5	0.002	0.002	20000	31.5	
Tool 6 Semi Finish	ESB94008020	CBN, 2 FLUTE BALL NOSE	4	0.8	0.001	0.001	20000	47.2	
Tool 7 Finish	ESD02005053	CBN, 2 FLUTE BULL NOSE	4	0.5	0.001	0.001	20000	8.68	

# Application Example from USA

## Reconditioning of a powder stamp

- Replacing the traditional reconditioning process with hard milling
- High vanadium tool steel (15% Va)
- Dry machining

### CHALLENGE

- CBN Ballnose end mills  $\varnothing 1,5\text{mm}$  &  $\varnothing 0,8\text{mm}$  plus CBN End Mills  $\varnothing 0,5\text{mm}$  with corner radii

### SOLUTION

- $V_c \text{ eff} = 34\text{m/min}$  (112sfm); S20.000
- $F_z \text{ eff} = 0,065\text{mm/th}$  (.0026ipt); F800
- $A_p = 0,051\text{mm}$  (.002in);  $A_e = 0,051\text{mm}$  (.0002in)

### CUTTING DATA

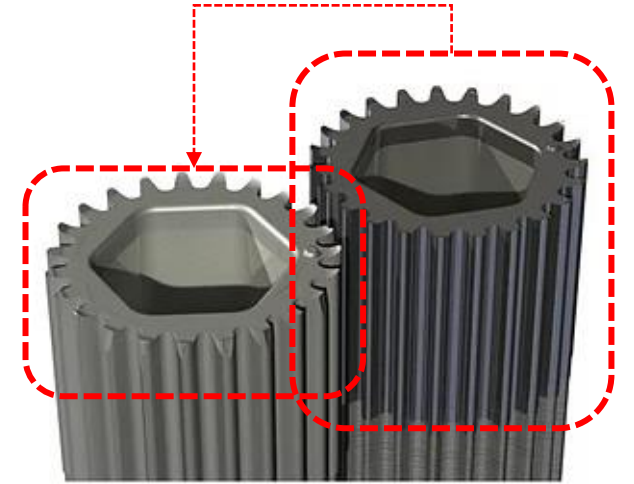
- 50% reduction in process steps and consumables

### RESULT

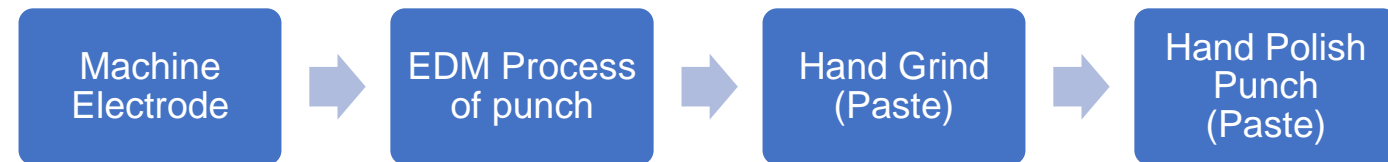
- Eliminate 2 complete process steps: Milling Graphite Electrodes and EDM of punch
- Minimize hand polishing which requires experience, expertise and time

### BENEFIT

## Cut back and Resurface front of worn punch



### Traditional 4 Step Process (Example only, processes vary)



### Improved Hard Milling Process



# Application Example from USA

## Reconditioning of a powder stamp

- Replacing the traditional reconditioning process with hard milling
- High vanadium tool steel (15% Va)
- Dry machining

### CHALLENGE

- CBN Ballnose end mills  $\varnothing 1,5\text{mm}$  &  $\varnothing 0,8\text{mm}$  plus CBN End Mills  $\varnothing 0,5\text{mm}$  with corner radii

### SOLUTION

- $V_c \text{ eff} = 34\text{m/min}$  (112sfm); S20.000
- $F_z \text{ eff} = 0,065\text{mm/th}$  (.0026ipt); F800
- $A_p = 0,051\text{mm}$  (.002in);  $A_e = 0,051\text{mm}$  (.0002in)

### CUTTING DATA

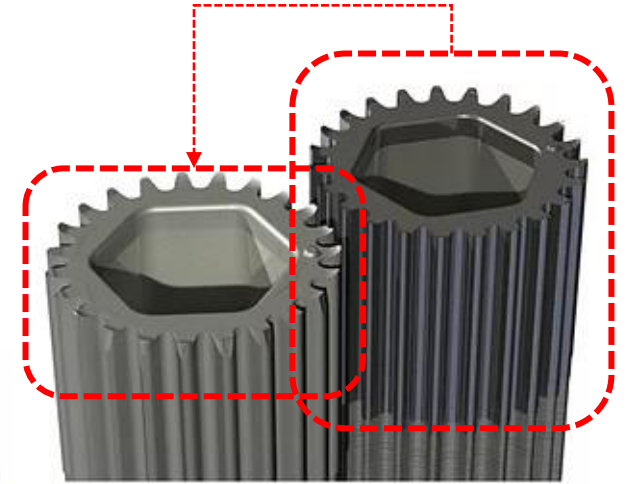
- 50% reduction in process steps and consumables

### RESULT

- Eliminate 2 complete process steps: Milling Graphite Electrodes and EDM of punch
- Minimize hand polishing which requires experience, expertise and time

### BENEFIT

## Cut back and Resurface front of worn punch



CBN End Mill  
ESB94015030  
2-Flute BN

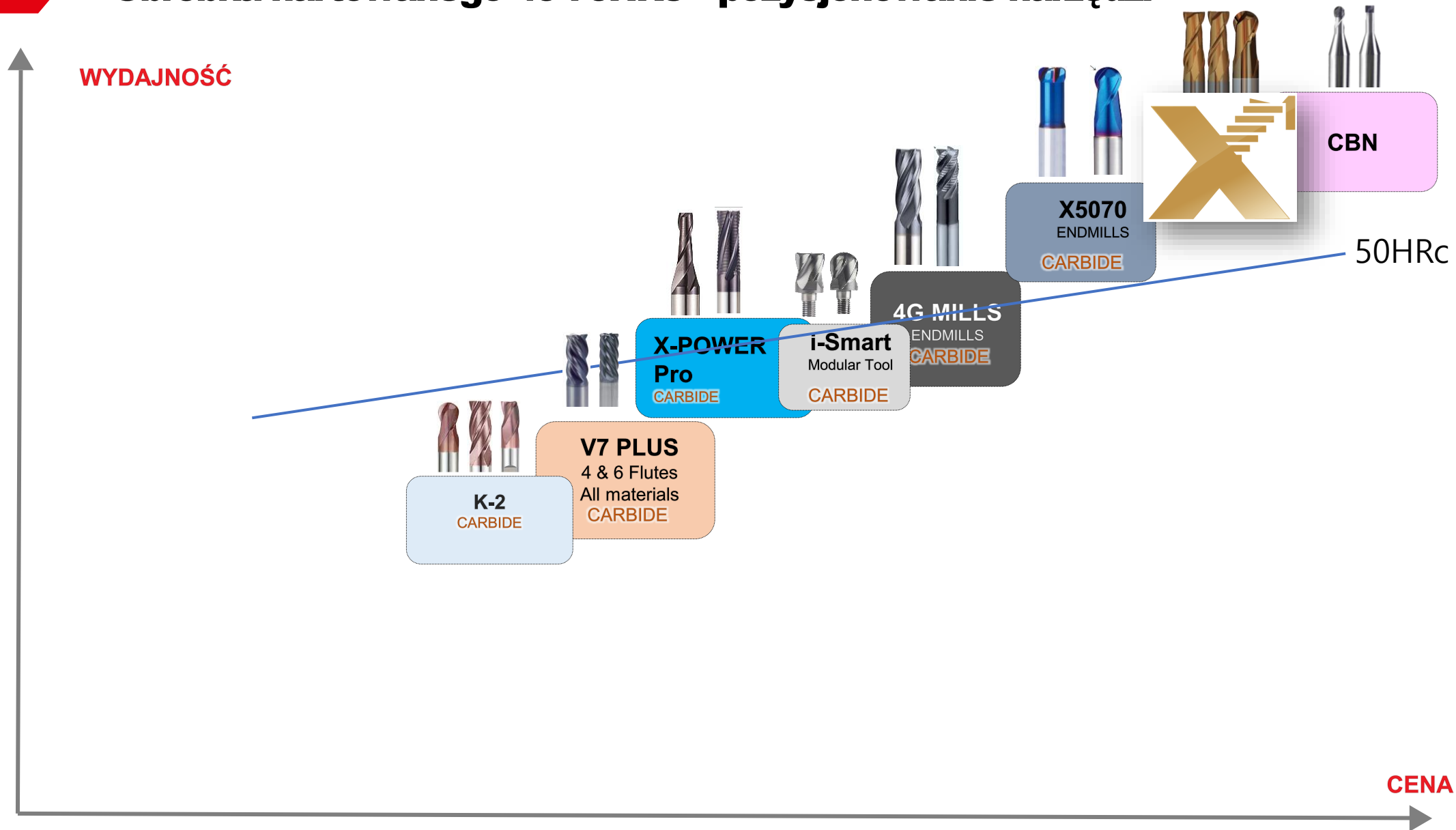
CBN End Mill  
ESB94007020  
2-Flute BN

CBN End Mill  
ESD02005053  
2-Flute CR



Actual Punch

# Obróbka hartowanego 40-70HRc – pozycjonowanie narzędzi





**Frezy** X

# X1 – Nowe na 2024r. frezy Premium do materiałów HRc 50 to 70

## ► Nowy X1-EH

- Obróbka High Speed materiałów hartowanych
- **Nowa powłoka C-Coating** pokrywane **Nano** ziarnisty węglik
- Metryczne:  $\varnothing 0.1 \sim 25\text{mm}$  – **819** wykonań tylko 14 z nich jak X5070

## ► Główne atrybuty

- Najnowsza powłoka dla najwyższej trwałości narzędzia
- **Wyjątkowo precyzyjne** mikro narzędzia
- Wykonania z chwytem  $\leq 6\text{mm}$  to **nowy gatunek węglik** poprawiający odporność na ścieranie i większa precyzja dzięki **tolerancji chwytu h4**

## ► Docelowe materiały

**P H**

- Stale Hartowane (HRc45 do HRc70)

## ► Zastosowanie

- Die & Mold: Przemysł formierski



Kule z=2

Prosty z promieniem naroża

Ostry

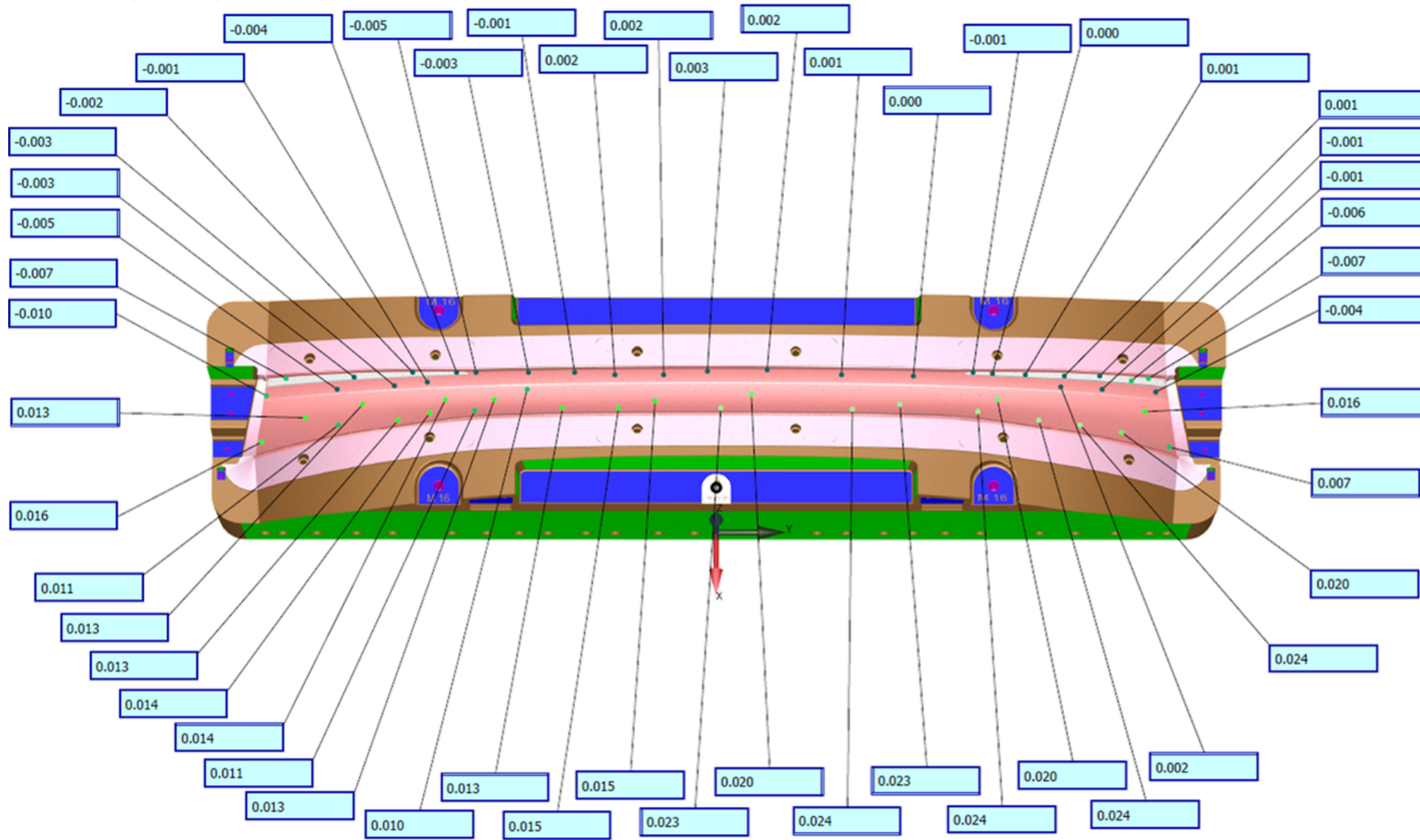


◎ : Excellent ○ : Good

ISO Material Description	P											M			K									
	Non-alloy steel				Low alloy steel				High alloyed steel, and tool steel			Stainless steel			Grey cast iron		Nodular cast iron		Malleable cast iron					
VDI 3323	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11.1	11.2	12	13	14.1	15	16	17	18	19	20			
HRc	13	25	28	32	10	29	32	38	15	23	10	10	26	3	25	21								
HB	125	190	250	270	300	180	275	300	350	200	325	409	200	240	180	180	260	160	250	130	230			
Recommend					○			○	○		○	○												
ISO Material Description	N					S					H													
	Aluminum- wrought alloy		Aluminum-cast, alloyed		Copper and Copper Alloys (Bronze / Brass)	Non Metallic Materials		Heat Resistant Super Alloys			Titanium Alloys		Hardened steel			Chilled Cast Iron	Hardened Cast Iron							
VDI 3323	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38.1	38.2	39.1	39.2	39.3	40	41
HRc											15	30	25	38	34			45-49	50-55	56-60	61-65	66-70	42	55
HB	60	100	75	90	130	110	90	100			200	280	250	350	320	400 Rm	1050 Rm	421-469	481-560	577-654	670-739	400	550	
Recommend																		◎	◎	◎	◎	◎	○	◎



# Tolerancja wykonania

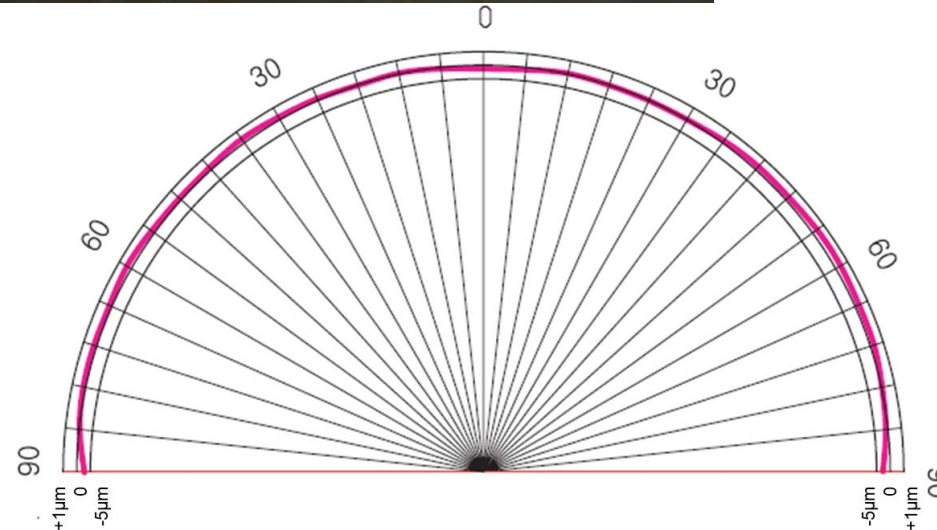
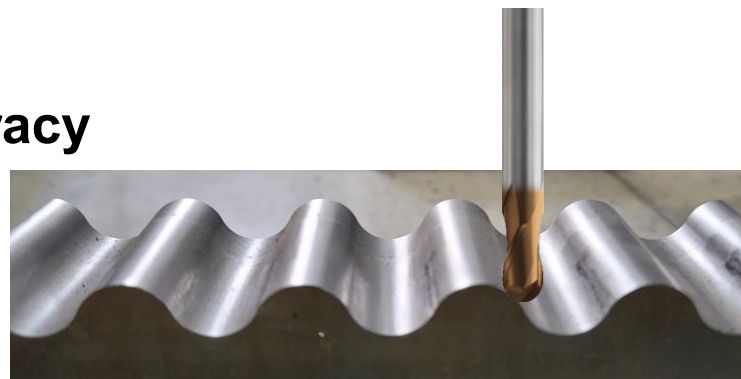


**Im dokładniejsze narzędzie tym lepszy detal**

# Tolerancja wykonania

**W trakcie obróbki obłych powierzchni punkt pracy narzędzia się zmienia.**

Im dokładniejsze wykonanie promienia tym dokładniej wykonany detal!



Size	Radius Tolerance (mm)	Mill Dia. Tolerance (mm)	Shank Dia. Tolerance
up to R3	+0.001~-0.005	0~-0.010	h4
over R3 ~ up to R10	+0.003~-0.007	0~-0.012	h5

구간(°)	R 값
0	2.000
5	2.000
10	2.001
15	2.001
20	2.000
25	2.000
30	2.000
35	1.999
40	1.998
45	1.998
50	1.998
55	1.998
60	1.998
65	1.999
70	1.999
75	1.998
80	1.997
85	1.998
90	2.000
95	1.998
100	1.997
105	1.998
110	1.998
115	1.998
120	1.997
125	1.997
130	1.997
135	1.997
140	1.997
145	1.997
150	1.997
155	1.998
160	1.998
165	2.000
170	2.001
175	2.000
180	2.000

**Tolerancja wykonania promienia odbija się na jakości powierzchni**

## Tolerancja wykonania



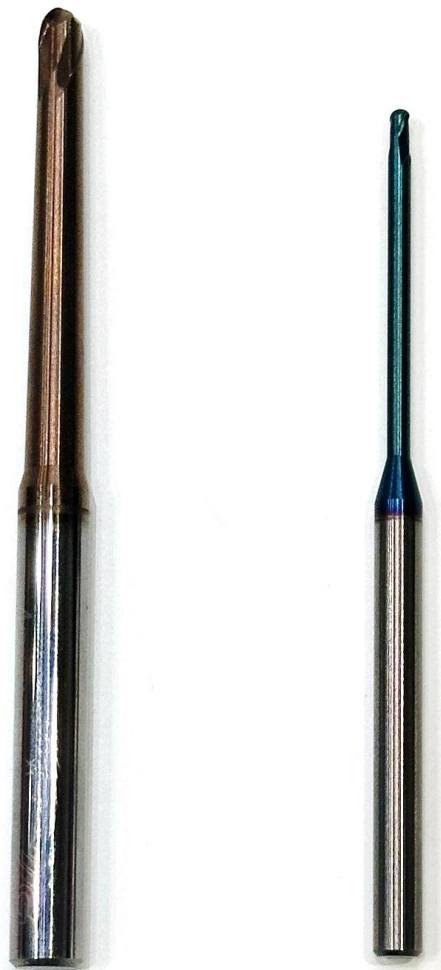
	Size (OD)	EDP No.	Logo, Lot No.
	Change (mm)	Change (mm)	Change (mm)
1 raz znakowane laserowo	+ 0.000	+ 0.000	+ 0.000
<b>10 razy znakowane</b>	+ 0.001	+ 0.000	+ 0.002

**Tolerancja chwytu zachowana, znakowanie nie wpływa na dokładność**

# X1 – Nowe frezy Premium do materiałów HRc 50 to 70

## X1-EH:

- ✓ Stożkowa szyja
  - ✓ Większa stabilność, mniejsze odgięcie, **większa precyzja**
  - ✓ **230 SKU's**, od 0,1 to 12mm średnicy
- ✓ Wciąż frezy z szyją w portfolio, 256 SKU's
  - ✓ Wygodne do programowania
- ✓ Powłoka C-Coating jest twardsza od Blue-Coating, i tylko troszkę mniej odporna temperaturowo
  - ✓ **Im twardszy materiał tym lepsze wyniki zastosowania** - żywotność frezów oraz jakość powierzchni
- ✓ Nowy Nano-węgiel ≤6mm
  - ✓ Lepsza stabilność krawędzi, **lepsza jakość powierzchni**
  - ✓ Wyższa żywotność
- ✓ Wśród porównywalnej konkurencji świetna cena



## X5070:

- ✓ Tylko frezy z szyją
  - ✓ Łatwiejsze do wykonania
  - ✓ Wygodne do programowania
- ✓ Dalej dobra powłoka i świetny Nano-węgiel
- ✓ Dobry stosunek jakości do ceny

## Ale:

- Standardowa precyzja wykonania
- Portfolio to kompromis pomiędzy popularnymi wykonaniami, a potrzebami klientów
- Od lat na rynku

# X1 – Nowe frezy Premium do materiałów HRc 50 to 70



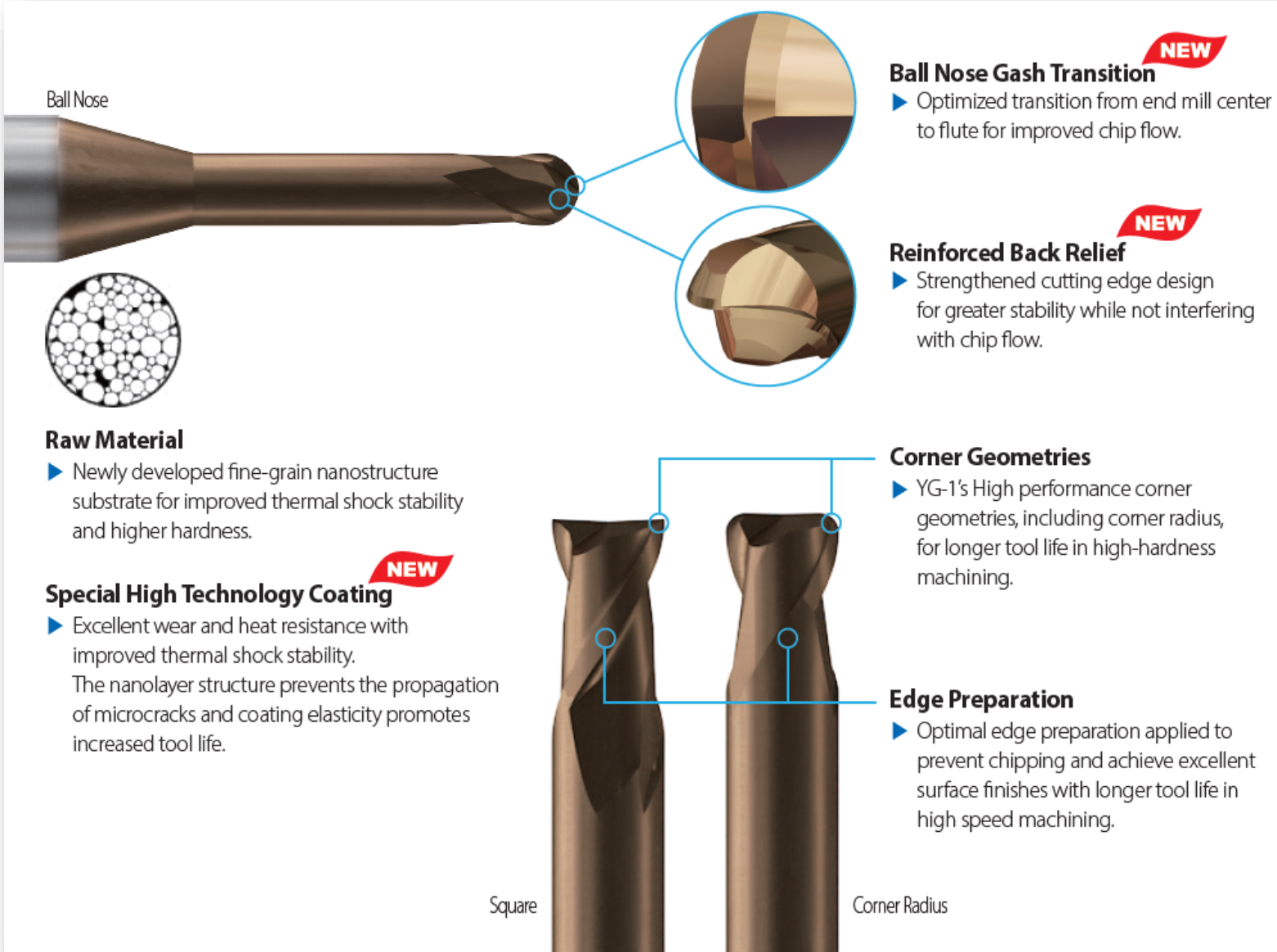
Coating	Coating Color	Coating Type	Hardness (Hv)	Max. Usage Temperature (°C)	Friction Coefficient (dry)	Coating Thickness (μm)	General Information
C-Coating	reddish brown	Si based	3,900	1,000	0.40	0.5 ~ 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Improved Hardness and Toughness</li> <li>High thermal stability and oxidation resistance</li> <li>Nanolayer structure prevents propagation of micro cracks</li> <li>Extra hard surface with good anti-friction properties and a low tendency to stick to the machined workpiece material</li> </ul>

Powłoka **C-Coating** to nowy wymiar obróbki materiałów twardych ISO-H, z doskonałą odpornością na ścieranie i wysoką temperaturę, zapewniając jednocześnie ogromną **wytrzymałość na szok termiczny**.

**Nowy substrat** o zwiększonej odporności na ścieranie dzięki drobnoziarnistej nanostrukturze.

Coating	Coating Color	Coating Type	Hardness (Hv)	Max. Usage Temperature (°C)	Friction Coefficient (dry)	Coating Thickness (μm)	General Information
Blue Coating	Blue violet	Si based	3,700	1,200	0.40	1 ~ 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nanocomposite coating with Si content for high hardness steel</li> <li>Exceptional high temperature stability</li> <li>Excellent adhesion and performance even in unusual applications</li> </ul>











## Właściwie wszystko zostało poprawione:

- Ostrze czołowe
- Wzmocniona powierzchnia przyłożenia
- Powłoka C-Coating

## Ale również:

- Zupełnie nowy substrat dla średnic  $\leq 6\text{mm}$
- Poprawiono wykończenie mikrokrawędzi
- Metoda szlifowania kuli jest zupełnie inna!



	Ball	Ball with Neck	Taper Neck Ball	Corner Radius with Neck	Square with Neck
					
Cutting Portion Accuracy	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> <math>\leq \text{Ø}6\text{mm}</math>  <math>+1\mu\text{m} \sim -5\mu\text{m}</math> </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> <math>\leq \text{Ø}6\text{mm}</math>  <math>+1\mu\text{m} \sim -5\mu\text{m}</math> </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> <math>&lt; \text{Ø}6\text{mm}</math>  <math>+1\mu\text{m} \sim -5\mu\text{m}</math> </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> <math>&lt; \text{Ø}6\text{mm}</math>  <math>\pm 5\mu\text{m}</math> </div>	
	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> <math>&gt; \text{Ø}6\text{mm}</math>  <math>+3\mu\text{m} \sim -7\mu\text{m}</math> </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> <math>&gt; \text{Ø}6\text{mm}</math>  <math>+3\mu\text{m} \sim -7\mu\text{m}</math> </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> <math>&gt; \text{Ø}6\text{mm}</math>  <math>+3\mu\text{m} \sim -7\mu\text{m}</math> </div>		

Shank Accuracy

Size	Shank Dia. Tolerance
up to Ø6	h4
over Ø6	h5

## Różnice względem X5070

- Tolerancja promienia kuli poprawiona z  $\pm 5\mu\text{m}$  (10 $\mu\text{m}$  range) do  $+1\mu\text{m} \sim -5\mu\text{m}$  (6 $\mu\text{m}$  range)
  
- Tolerancja promienia frezów z promieniem poprawiona z  $\pm 10\mu\text{m}$  do  $\pm 5\mu\text{m}$
  
- Tolerancja chwytu z h5 na h4

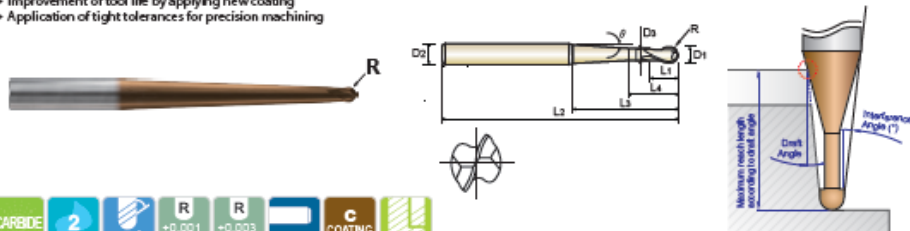
## C-COATED SOLID CARBIDE END MILLS 2 FLUTE BALL NOSE for RIB PROCESSING with TAPER NECK

SERIES

PLAIN SHANK

HPI92

- Improvement of tool life by applying new coating
- Application of tight tolerances for precision machining



R0.5-R3

D1.5-D6

Unit: mm

EDP No.	Radius of Ball Nose	Mill Diameter	Shank Diameter	Length of Cut	Length Below Shank	Overall Length	Neck Diameter	Neck Taper Angle(°)	Under Neck Parallel Length	Interference Angle (°)	Maximum reach lengths according to draft angle				
	R	D1	D2	L1	L2	L3	D3	θ°	L4		0.5°	1°	1.5°	2°	3°
HPI92996	R0.5	1.0	4	0.75	20	70	0.95	2	2.75	3.74	4.45	6.43	12.36	20.44	22.06
HPI92997	R0.5	1.0	4	0.75	20	70	0.95	3	2.75	3.93	3.77	4.59	5.95	8.67	20.66
HPI92998	R0.5	1.0	4	0.75	25	70	0.95	0.5	2.75	2.91	25.17	26.03	26.95	27.95	-
HPI92999	R0.5	1.0	4	0.75	25	70	0.95	1	2.75	2.99	7.86	25.26	26.15	27.11	-
HPI92801	R0.5	1.0	4	0.75	25	70	0.95	1.5	2.75	3.06	5.31	10.11	25.35	26.28	28.37
HPI92802	R0.5	1.0	4	0.75	30	70	0.95	0.5	2.75	2.50	30.17	31.21	32.31	33.51	-
HPI92803	R0.5	1.0	4	0.75	30	70	0.95	1	2.75	2.57	7.86	30.26	31.33	32.49	-

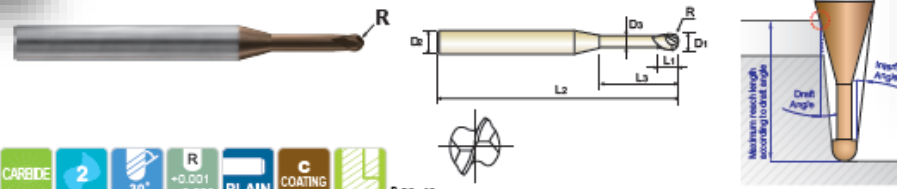
## C-COATED SOLID CARBIDE END MILLS 2 FLUTE BALL NOSE for RIB PROCESSING

SERIES

PLAIN SHANK

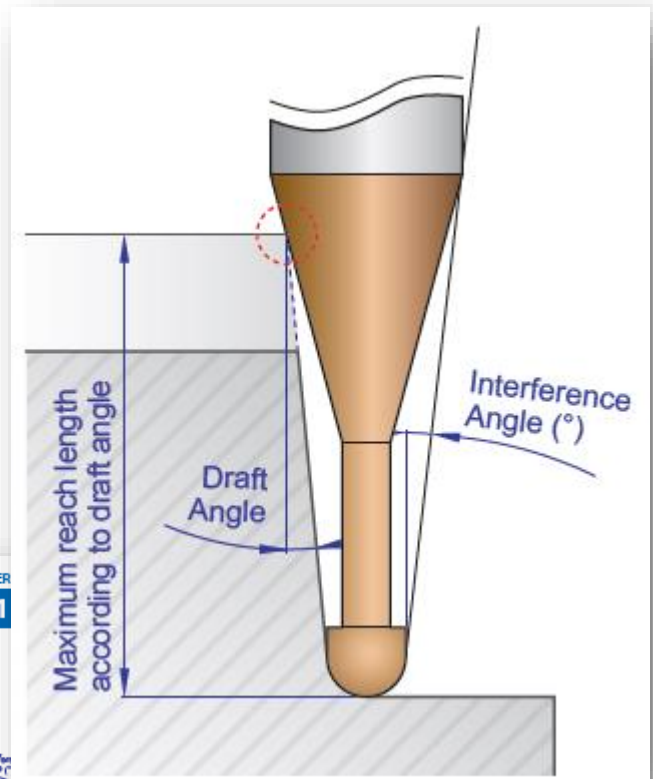
HPI91

- Improvement of tool life by applying new coating
- Application of tight tolerances for precision machining



Unit: mm

EDP No.	Radius of Ball Nose	Mill Diameter	Shank Diameter	Length of Cut	Length Below Shank	Overall Length	Neck Diameter	Interference Angle (°)	Maximum reach lengths according to draft angle				
	R	D1	D2	L1	L2	L3	D3		0.5°	1°	1.5°	2°	3°
HPI91717	R2.0	4.0	6	3	50	100	3.85	1.10	51.91	53.64	-	-	-
HPI91718	R2.0	4.0	6	4	10	40	3.85	4.76	10.56	10.86	11.18	11.52	12.29
HPI91719	R2.0	4.0	6	4	10	60	3.85	4.76	10.56	10.86	11.18	11.52	12.29
HPI91050	R2.5	5.0	6	3.5	10	70	4.85	2.97	10.54	10.82	11.12	11.45	-
HPI91060	R3.0	6.0	6	6	10	70	5.85	0.00	-	-	-	-	-
HPI91720	R2.5	5.0	6	3.5	15	70	4.85	1.96	15.71	16.17	16.66	-	-
HPI91721	R2.5	5.0	6	3.5	20	70	4.85	1.46	20.88	21.52	-	-	-

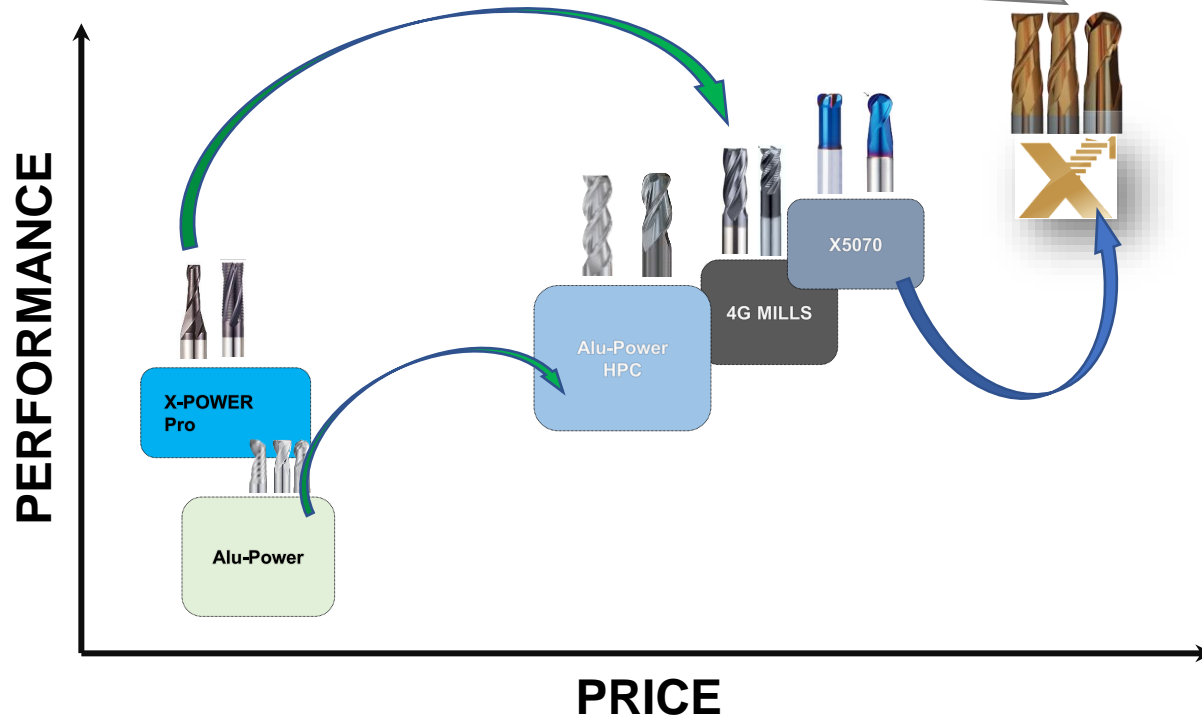
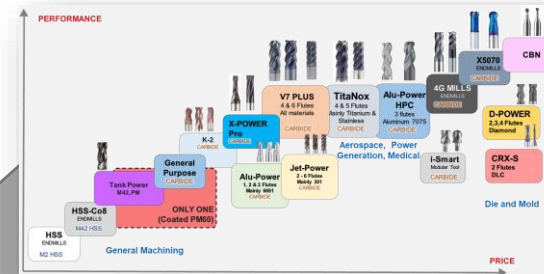


## Informacje o kolizji

- Maksymalna głębokość przy danym kącie nachylenia ścianki
- Kąt zejścia od części chwytowej
- Klasyczna długość poniżej chwytu



# X1 – Nowe frezy Premium do materiałów HRc 50 to 70



**Wydajność, portfolio i cena - Alternatywa jest bardzo skuteczna w zakresie frezowania monolitycznego.**

X-Power Pro → 4G-Mill  
 Alu-Power → Alu-Power HPC  
 K-2 → V7Plus  
 Jet-Power → TitaNox Power  
 etc.

**X5070 → New X1**

# Application Example from Poland

## Die&Mold Component

- Contour Milling
- Material hardened steel 55-63HRc
- External emulsion coolant
- SK40 Shrink fit chuck

### CHALLENGE

- The New X1 Ø8mm (.315in) Ball Nose Tool

### SOLUTION

- Vc = 55m/min (180sfm); S7.000
- Fz = 0,086mm/th (.0034ipt); F1.200
- Ap = 0,20mm (.008in); Ae = 2,0mm(.079in)

### CUTTING DATA

- Tool Life increase – from previous ½ to 5 hours to ~27hours with the New X1

### RESULT

- 14 days inside machine, 27 hours in cut
- Cost savings

### BENEFIT



X1  
HP99941784  
2 Flute

# Application Example from USA

## Punch Face

- Semi-Finish milling
- Material Vanadis4 at 58HRc

### CHALLENGE

- The New X1 Ø1,5mm (.059in) Ball Nose

### SOLUTION

- $V_c = 79\text{m/min}$  (260sfm); S16.800
- $F_z = 0,042\text{mm/th}$  (.0020ipt); F1.400
- $A_p = 0,013\text{mm}$  (.0005in); Stepover 0,38mm

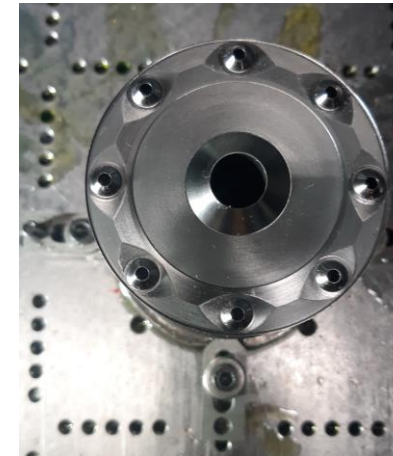
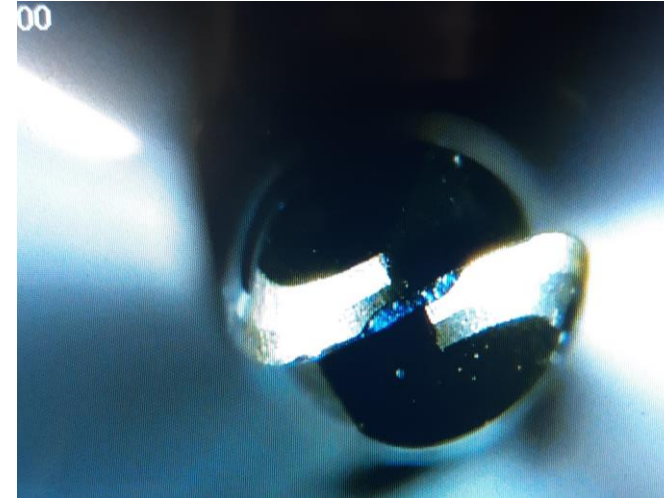
### CUTTING DATA

- Uniform tool wear of  $\sim 15\mu\text{m}$  (.0006in) after 56min
- Very good surface finish
- $f_z \text{ eff } 0,057\text{mm/th}$ ;  $h_m 0,033\text{mm}$

### RESULT

- Cost savings
- According to the programmer, the result is very comparable to the Japanese competitor.

### BENEFIT



X1  
HP99941806  
2 Flute

# Application Example from Poland

## Die&Mold Component

- Contour Milling - **Roughing**
- Material hardened steel **43-47HRc** and **60-65HRc**
- External emulsion coolant
- SK40 Shrink fit chuck

### CHALLENGE

- The New X1 **Ø10mm** (.394in) Ball Nose Tool

### SOLUTION

- Vc = 141m/min (464sfm); S4.500
- Fz = 0,060mm/th (.0024 ipt); F540
- Ap = 0,4mm (.016in); Ae = 0,4mm(.016in)

### CUTTING DATA

- Approximately **double tool life** compared to competition, ~2½h in cut

### RESULT

- Cost savings

### BENEFIT



X1  
HP99941785  
2 Flute



# Application Example from Poland

## Die&Mold Component

- Contour Milling – Semi-Finishing
- Material hardened steel 43-47HRC and 60-65HRC
- External emulsion coolant
- SK40 Shrink fit chuck

### CHALLENGE

- The New X1  $\varnothing 10\text{mm}$  (.394in) Ball Nose Tool

### SOLUTION

- $V_c = 170\text{m/min}$  (557sfm); S5.400
- $F_z = 0,060\text{mm/th}$  (.0024 ipt); F640
- $A_p = 0,25\text{mm}$  (.010in);  $A_e = 0,25\text{mm}$  (.010in)

### CUTTING DATA

- End of tool life not reached after ~1h – competitors maximum!

### RESULT

- Customer acknowledged that “the cutter can still be run in semi-finishing for several hours”

### BENEFIT



X1  
HP99941785  
2 Flute

# Application Example from Poland

## Die&Mold Component

- Contour Milling
- Material hardened steel 60-65HRc
- External emulsion coolant
- SK40 Shrink fit chuck

### CHALLENGE

- The New X1 Ø12mm (.472in) Ball Nose Tool

### SOLUTION

- $V_c = 124\text{m/min}$  (408sfm); S3.300
- $F_z = 0,076\text{mm/th}$  (.003 ipt); F500
- $A_p = 0,25\text{mm}$  (.010in);  $A_e = 0,25\text{mm}$  (.010in)

### CUTTING DATA

- After ~90min with above pre-finishing cutting data, the tool was used for roughing at  $A_p/A_e=0,4\text{mm}$  and worked for another 4 ¾ h

### RESULT

- Customer comment: "The milling cutter has shown that it can be used for pre-finishing and roughing and is very durable"

### BENEFIT



X1  
HP99941786  
2 Flute

# Parametry

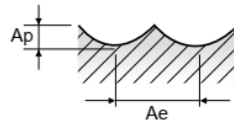
## G8A28, G8A38, G8A53 SERIES 2 FLUTE BALL NOSE

Vc = m/min.  
fz = mm/tooth  
RPM = rev./min.  
FEED = mm/min.

ISO	VDI 3323	Material Description	Ae	Ap	Parameter	Diameter (Ø)							
						0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	
P	5	Non-alloy steel	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155	
					fz	0.012	0.015	0.019	0.024	0.029	0.039	0.048	
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338	
					FEED	1146	1432	1966	2445	2923	3879	4736	
	8-9	Low alloy steel	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155	
					fz	0.012	0.015	0.019	0.024	0.029	0.039	0.048	
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338	
					FEED	1146	1432	1966	2445	2923	3879	4736	
	11.1	High alloyed steel, and tool steel	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155	
					fz	0.012	0.015	0.019	0.024	0.029	0.039	0.048	
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338	
					FEED	1146	1432	1966	2445	2923	3879	4736	
11.2	High alloyed steel, and tool steel	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155		
				fz	0.011	0.014	0.017	0.021	0.025	0.033	0.042		
				RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338		
				FEED	1050	1337	1759	2139	2520	3283	4144		
H	38.1		0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155	
					fz	0.011	0.014	0.017	0.021	0.025	0.033	0.042	
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338	
	38.2		0.05D	0.02D	Vc	30	40	55	70	85	115	140	
					fz	0.011	0.013	0.017	0.021	0.024	0.033	0.042	
					RPM	47746	42441	43768	44563	45094	45757	44563	
	39.1	Hardened steel	0.05D	0.02D	Vc	25	40	50	65	75	100	125	
					fz	0.01	0.012	0.015	0.019	0.023	0.03	0.038	
					RPM	39789	42441	39789	41380	39789	39789	39789	
	39.2	Hardened steel	0.05D	0.02D	Vc	20	35	45	55	65	90	110	
					fz	0.01	0.012	0.015	0.019	0.023	0.03	0.037	
					RPM	31831	37136	35810	35014	34484	35810	35014	
	39.3	Hardened steel	0.05D	0.02D	Vc	20	30	40	50	60	80	110	
					fz	0.009	0.011	0.014	0.017	0.022	0.029	0.033	
					RPM	31831	31831	31831	31831	31831	31831	35014	
	40	Chilled Cast Iron	0.05D	0.02D	Vc	30	45	65	80	95	125	155	
					fz	0.011	0.014	0.017	0.021	0.025	0.033	0.042	
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338	
	41	Hardened Cast Iron	0.05D	0.02D	Vc	30	40	55	70	85	115	140	
					fz	0.011	0.013	0.017	0.021	0.024	0.033	0.042	
					RPM	47746	47746	51725	50930	50399	49736	49338	
						Vc	1050	1337	1759	2139	2520	3283	4144

HRc 40 ~ HRc 50	38.1	Hardened steel	0.05D	0.02D
HRc 50 ~ HRc 55	38.2		0.05D	0.02D
HRc 55 ~ HRc 60	39.1	Hardened steel	0.05D	0.02D
HRc 60 ~ HRc 65	39.2		0.05D	0.02D
HRc 65 ~ HRc 70	39.3		0.05D	0.02D

▶ NEXT PAGE



# Parametry

Narzędzie X5070 G8A28 w rozmiarze 10,0mm (r=5) i pracującej w materiale o twardości 62 HRc. Parametry są następujące:

ISO	VDI 3323	Material Description	Ae	Ap	Parameter	Diameter (Ø)										
						0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0				
H	39.1	Hardened steel	0.05D	0.02D	RPM	39789	42441	39789	41380	39789	39789	39789				
					FEED	796	1019	1194	1572	1830	2387	3024				
					Vc	20	35	45	55	65	90	110				
	39.2				0.05D	0.02D	fz	0.01	0.012	0.015	0.019	0.023	0.03	0.037		
							RPM	31831	37136	35810	35014	34484	35810	35014		
							FEED	637	891	1074	1331	1586	2149	2591		
	39.3						0.05D	0.02D	Vc	20	30	40	50	60	80	110
									fz	0.009	0.011	0.014	0.017	0.022	0.029	0.033
									FEED	3000	3119	3151	3128	3151	3021	2520

VDI 3323	Parameter	Diameter (Ø)										
		1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	15.0
39.1	RPM	38462	37136	35014	23343	17507	13369	10080	7958	6525	5040	39789
	FEED	3000	3119	3151	3128	3151	3021	2520	2133	1879	1562	1194
	Vc	130	155	200	200	200	180	165	175	180	165	150
39.2	fz	0.04	0.041	0.044	0.067	0.088	0.111	0.122	0.132	0.142	0.142	0.142
	RPM	34484	32892	31831	21221	15915	11459	8754	6963	5730	4377	34484
	FEED	2759	2697	2801	2844	2801	2544	2136	1838	1627	1243	980
39.3	Vc	115	140	180	180	180	165	150	165	165	150	110
	fz	0.038	0.039	0.04	0.061	0.079	0.1	0.109	0.119	0.13	0.131	0.131
	FEED	3000	3119	3151	3128	3151	3021	2520	2133	1879	1562	1194

Link do artykułu:

<https://www.yg-1.pl/baza-wiedzy/technicznwtorki/361-parametry-obrobki-w-materialach-hartowanych>

Dla grupy VDI 39.2 i freza o średnicy 10,0mm mamy Vc=180m/min.

...

**Jeżeli nikomu nie zapaliła się jeszcze lampka, to może to być początek problemów! obroty 5730 obr./min.?**

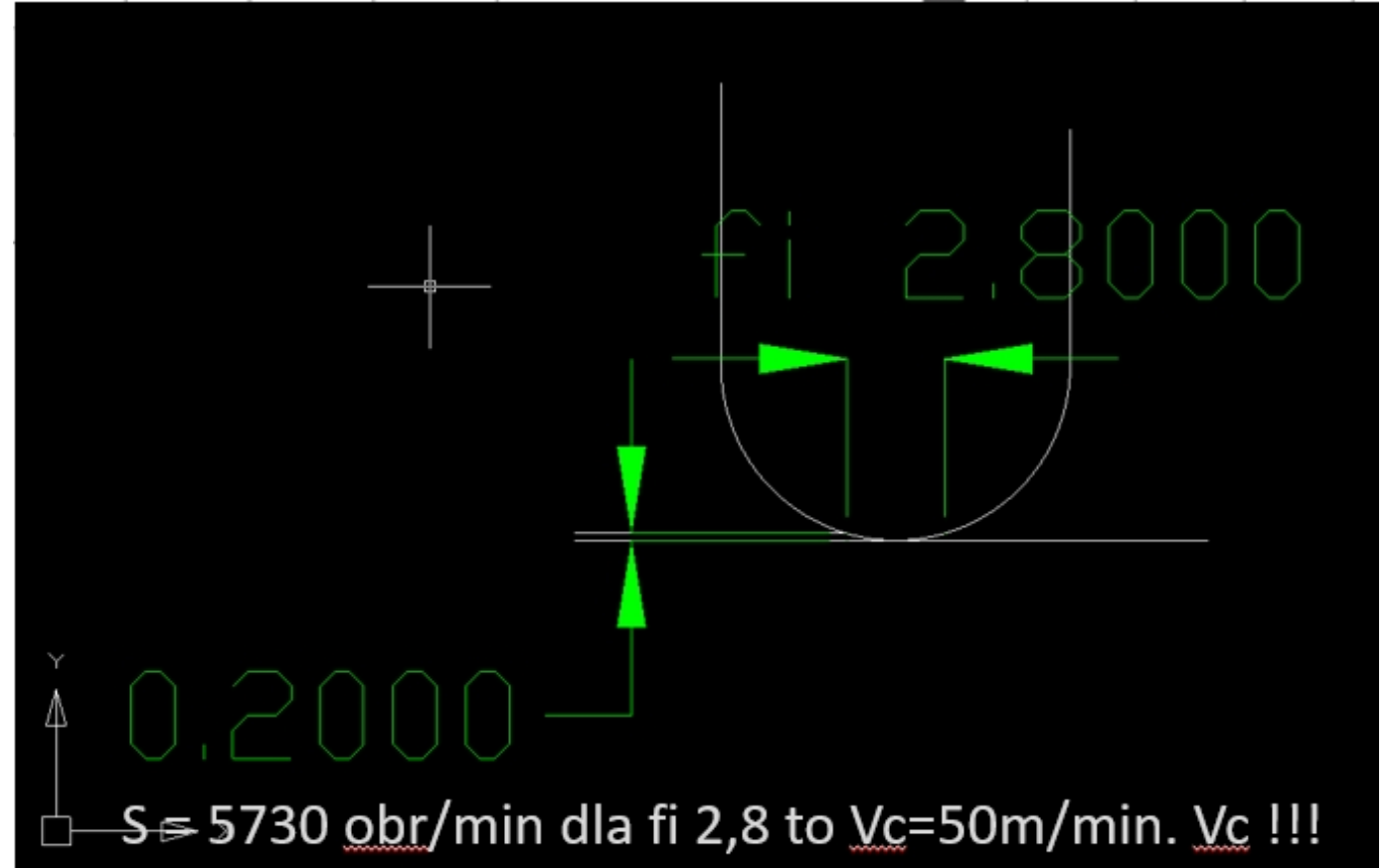
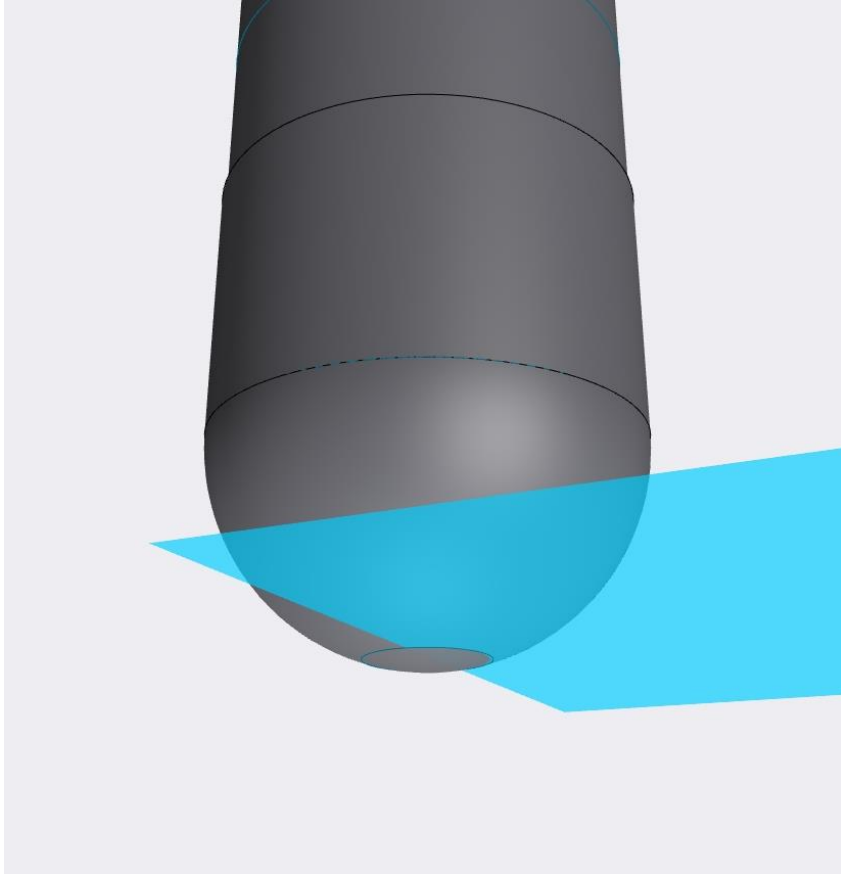
Wszystkie parametry w katalogu podawane są dla katalogowych warunków pracy, dla konkretnej warstwy skrawania, tutaj bardzo istotna jest **WYSOKOŚĆ SKRAWANIA!**

**Katalog mówi o wysokości skrawania Ap = 0,02 x D, czyli dla freza fi 10,0 jest to 0,2mm...,**

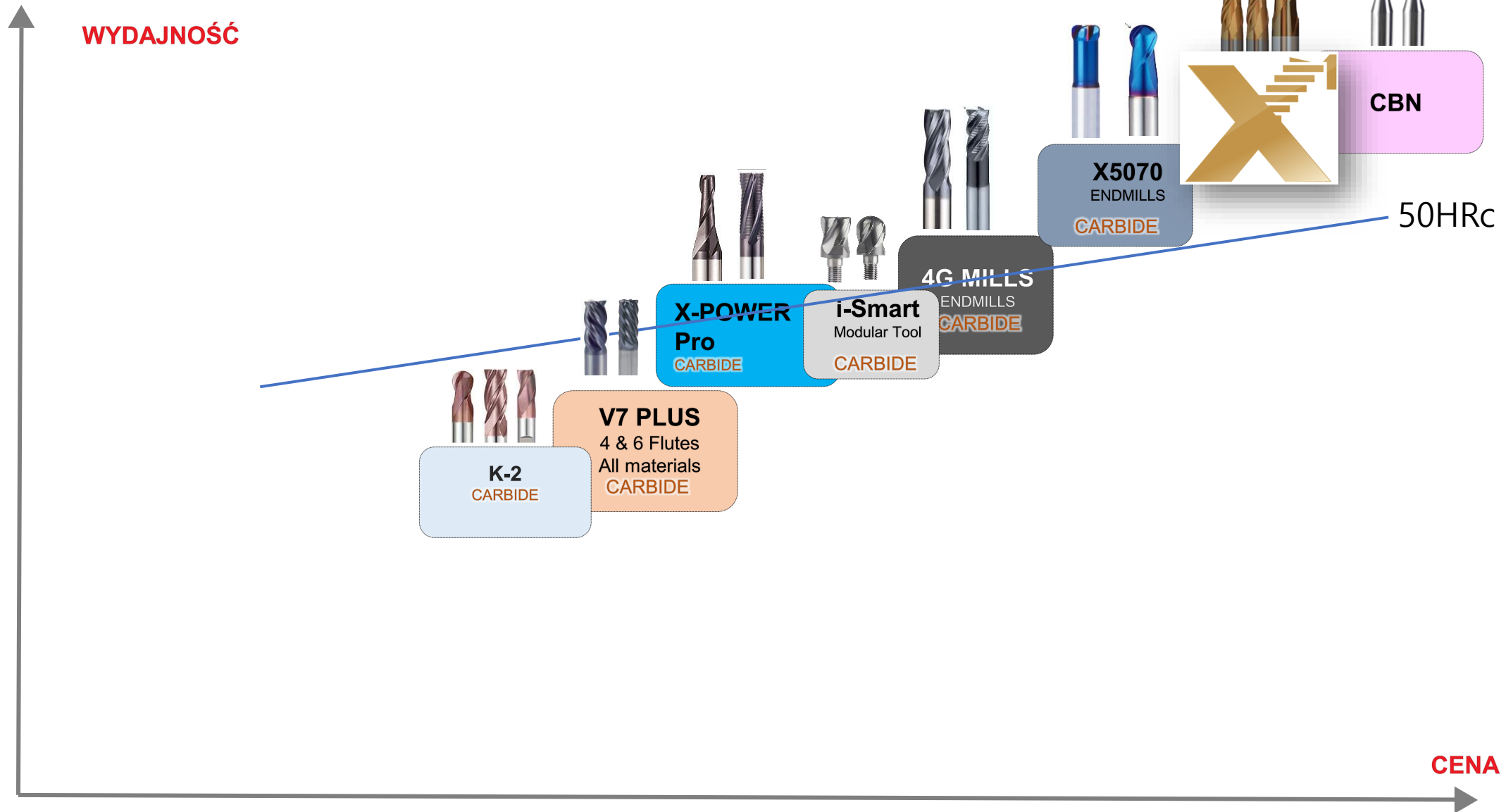


# Parametry

To przyjrzymy się jak to wygląda jeśli wymodelujemy sobie taką kulkę w materiale na głębokość 0,2mm

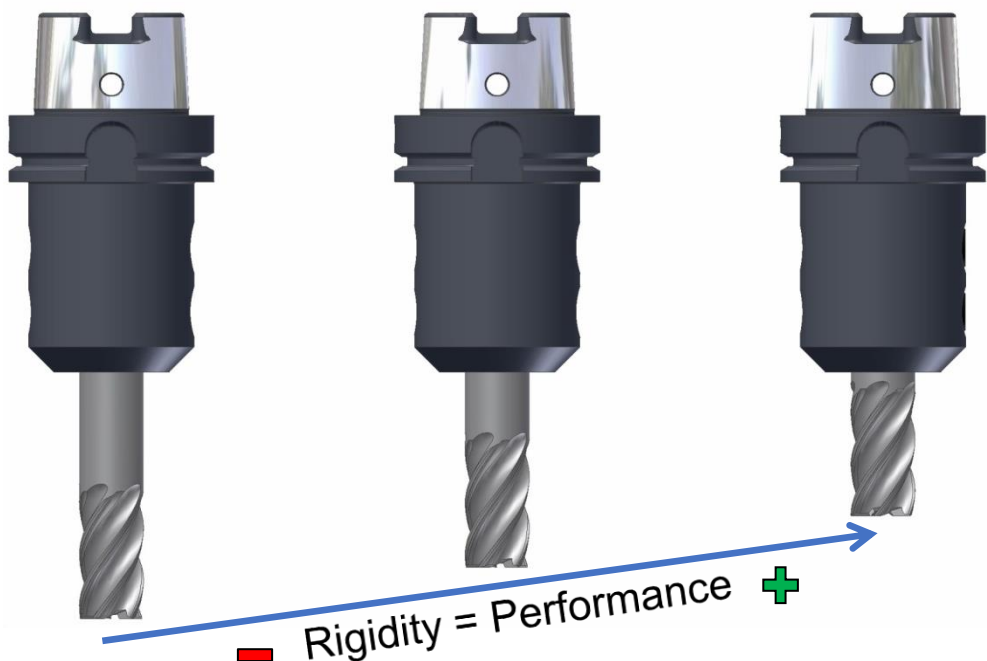


# Obróbka hartowanego 40-70HRc – pozycjonowanie narzędzi



# Dobre rady

## 1. Minimalizacja wysięgów!

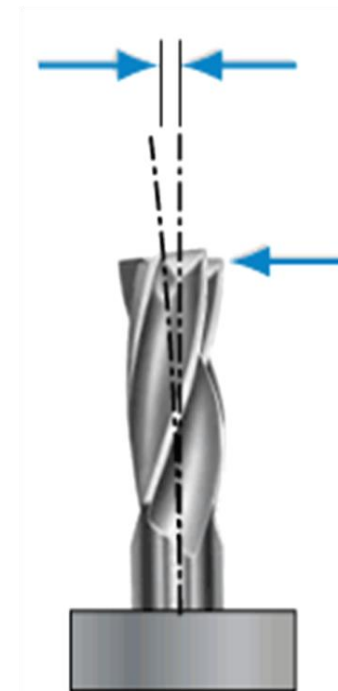


2 x większa średnica powoduje  
**16 razy większą sztywność**

2 x większy wysięg prowadzi do  
**8 razy mniejszej sztywności**

Średnica i długość to dwie  
najważniejsze zmienne

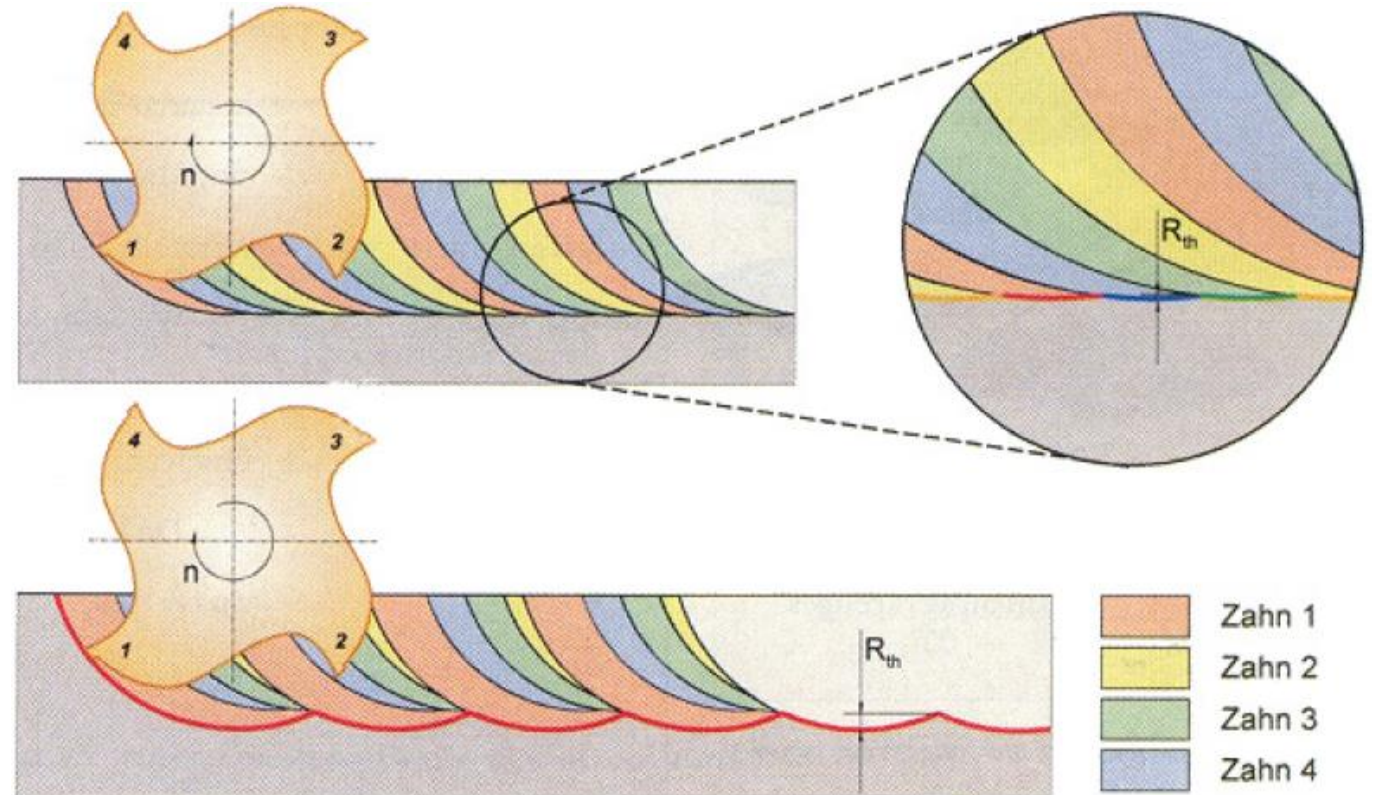
Odginanie



**Maksymalna średnica, minimalna długość dla najlepszej stabilności i sztywności**

## Dobre rady

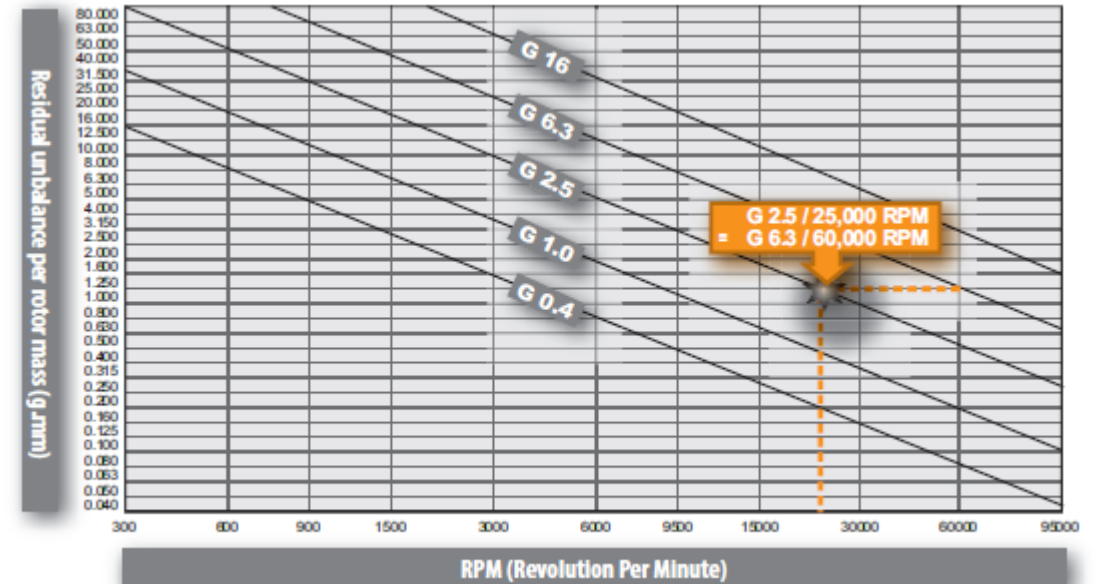
1. Minimalizacja wysięgów!
2. Minimalizacja nieosiowości i wyważenie



**Negatywny wpływ na jakość powierzchni i trwałość narzędzia (zwiększone zużycie jednej krawędzi)**

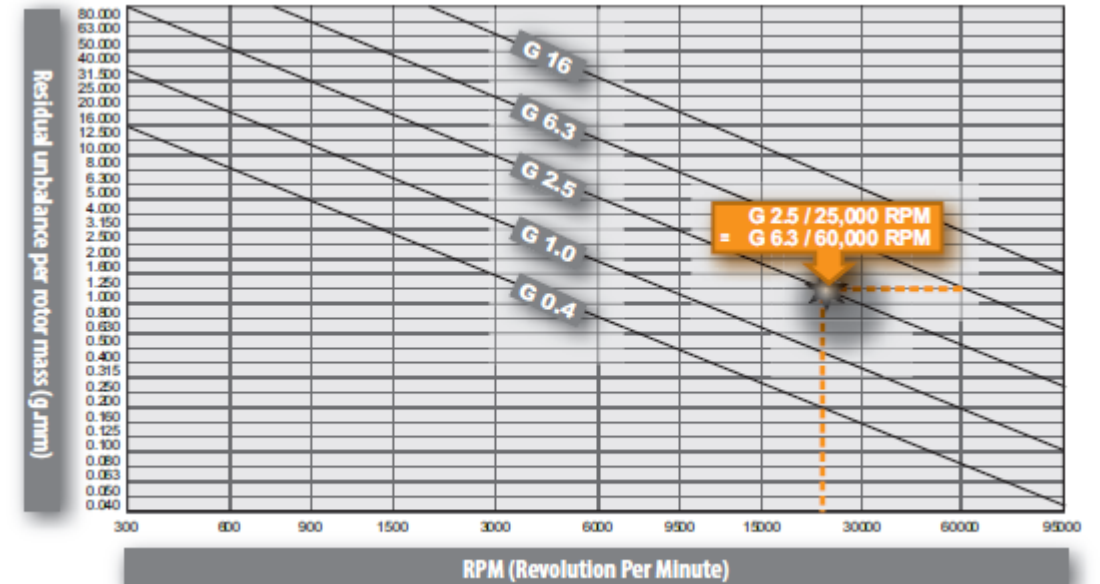
# Dobre rady

1. Minimalizacja wysięgów!
2. Minimalizacja nieosiowości i wyważenie
3. Użycie sztywnych i dokładnych oprawek



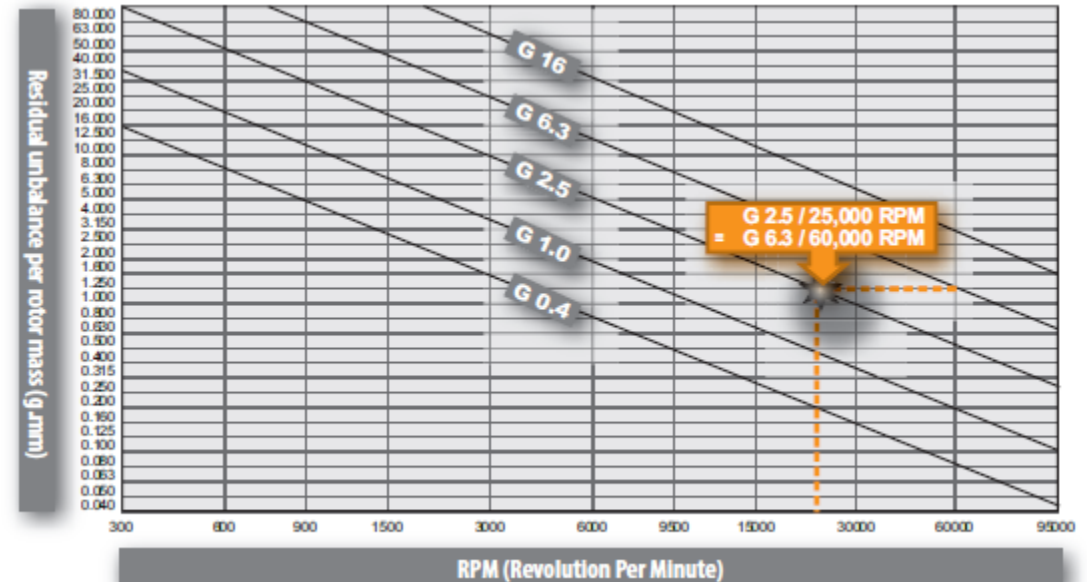
## Dobre rady

1. Minimalizacja wyięgów!
2. Minimalizacja nieosiowości i wyważenie
3. Użycie sztywnych i dokładnych oprawek
4. Rozgrzewanie wrzeciona i regularna kontrola kinematyki i geometrii maszyny



## Dobre rady

1. Minimalizacja wyięgów!
2. Minimalizacja nieosiowości i wyważenie
3. Użycie sztywnych i dokładnych oprawek
4. Rozgrzewanie wrzeciona i regularna kontrola kinematyki maszyny
5. MQL (mgła olejowa) albo chłodzenie powietrzem



## Dobre rady

**Problem:** Rozpraszanie ciepła

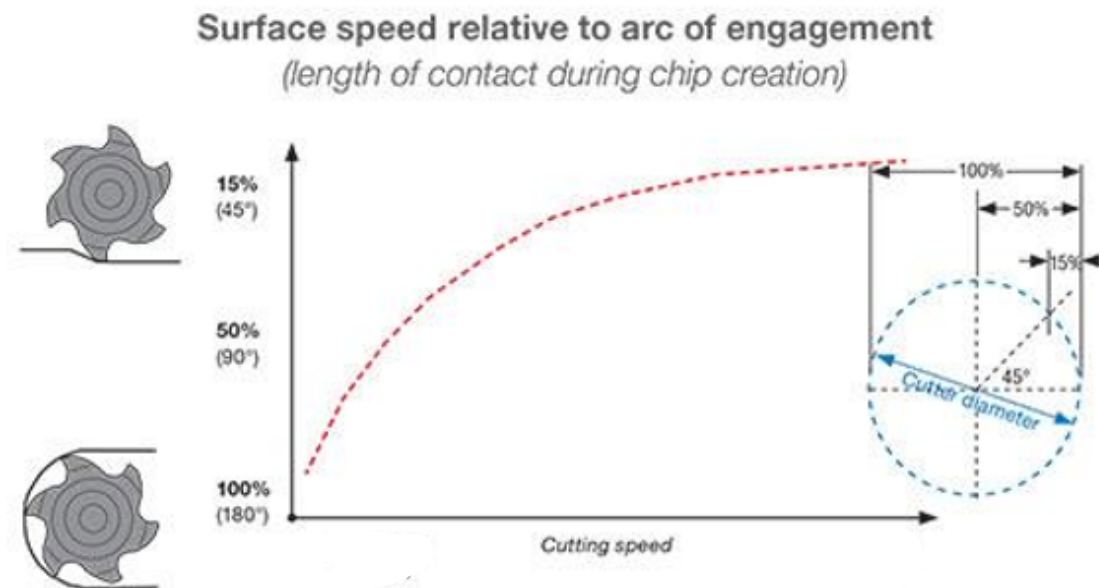
**Przyczyna:** Niska ilość ciepła wyrzucanego wraz z wiórem

**Rozwiązanie:** Zmniejszenie zaangażowania średnicy – mniejsze  $A_e$

**Funkcja:** Pozwala krawędzi tnącej ostygnąć przed ponownym wejściem w materiał

Zmniejszenie zaangażowania promieniowego umożliwia zwiększenie prędkości skrawania przy jednoczesnym utrzymaniu temperatury na powierzchni skrawającej.

W obróbce wykańczającej, proces frezowania składający się z bardzo małego łuku kontaktowego z ostrą, szlifowaną krawędzią tnącą oraz wysoką prędkością powierzchniową i minimalnym posuwem na ząb może przynieść wyjątkowe rezultaty.

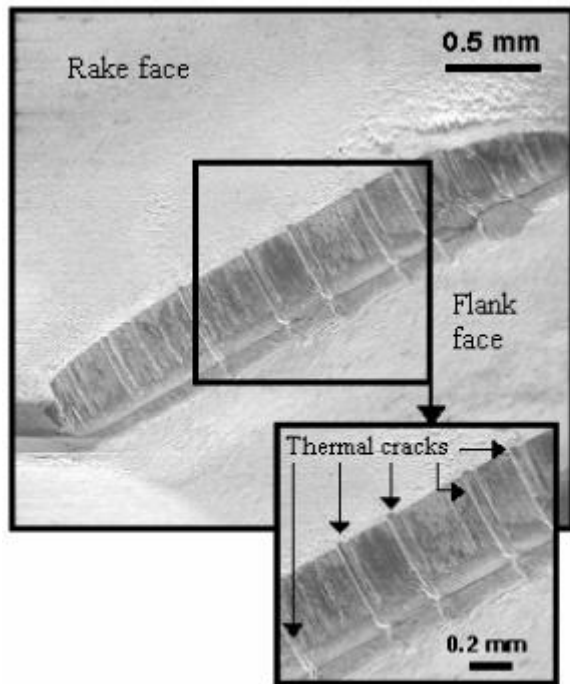


© Gardner Business Media

***Wielkość zaangażowania średnicy dyktuje wybór prędkości skrawania***



## Dobre rady



Thermal cracks in a cemented carbide tool (Melo, 2001).

**Pęknięcia termiczne to mikropęknięcia prostopadłe do krawędzi tnącej.**

**Przyczyna:**

**Wahania temperatury na krawędzi tnącej**

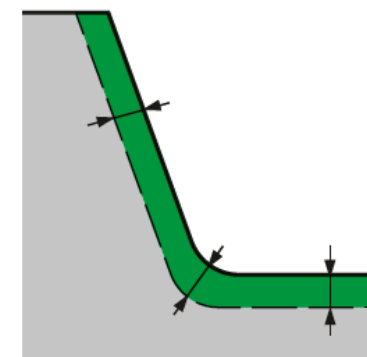
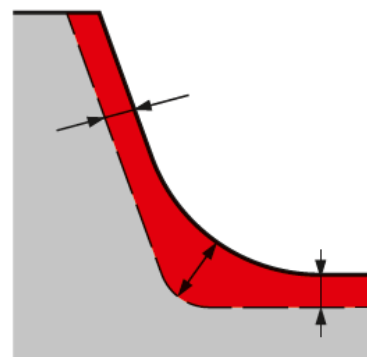
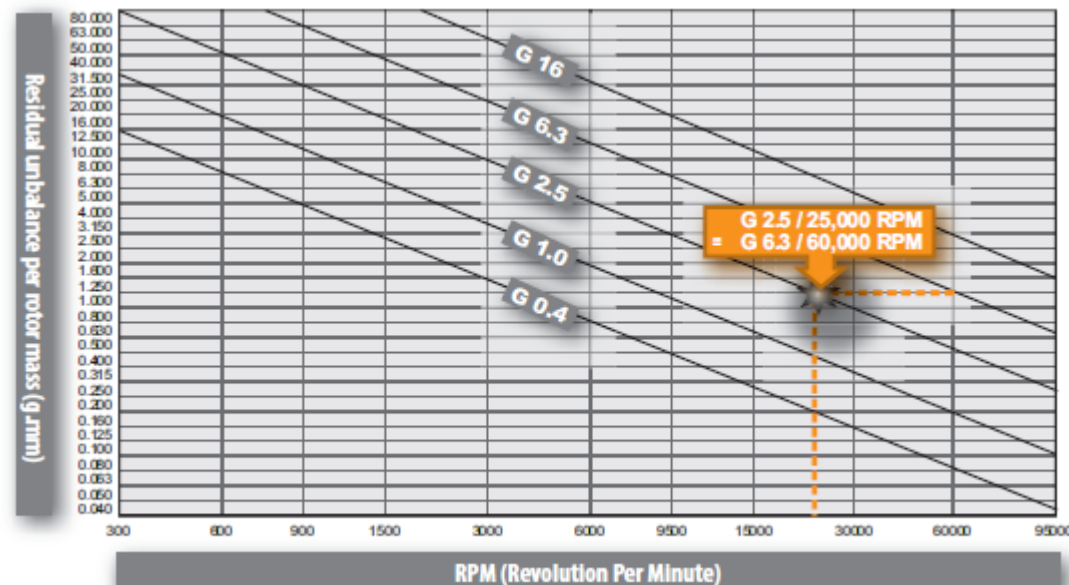
**Rozwiązanie:**

**Praca na sucho, brak płynu chłodzącego**

**Rozważ użycie dyszy zimnego powietrza.**

## Dobre rady

1. Minimalizacja wysięgów!
2. Minimalizacja nieosiowości i wyważenie
3. Użycie sztywnych i dokładnych oprawek
4. Rozgrzewanie wrzeciona i regularna kontrola kinematyki maszyny
5. MQL (mgła olejowa) albo chłodzenie powietrzem
6. Naddatki pod obróbkę wykańczającą tak jednorodne jak to możliwe



© EMUGE

# Informacje kontaktowe



## Maciej Gara

Product Manager - Milling / Application Engineer



### YG-1 Poland Sp. z o.o.

ul. Gogolińska 29, 02-872 Warszawa

kom: **785 105 519** tel/fax. +48 22 622 25 86,87

NIP:5262817087 REGON: 015875184

Sąd Rejonowy dla M. St. Warszawy w Warszawie

XII Wydział Gospodarczy KRS nr: 0000223094

Kapitał zakładowy: 50 000 zł

e-mail: [maciej.gara@yg-1.pl](mailto:maciej.gara@yg-1.pl) [www.yg-1.pl](http://www.yg-1.pl)

**URL** [www.yg-1.pl](http://www.yg-1.pl)

