



 **krampe harex**



 **krampe harex**



**Tryskací materiál**  
**Tryskací materiál pro Shot Peening**  
**Ventily Magna Valve**  
**Almen Gage**  
**Almen Strip**

# Tryskací materiály

Mnohostranný materiál, mnohostranné použití

**Ocelový granulát - Steel shot**

**Ocelová drt' - Steel grit**

**Litinový granulát a drt'**

**Cylindrická zrna na bázi barevných kovů**

**Cylindrická zrna**

**Zakulacená zrna G1, G2, G3**

**Skleněné perly**

**Keramický granulát**

**Korundový granulát**

**Lávová struska**

**Křemičitý písek**

**Skořápky oříšků**

**Kukuřice**

## Klasifikace tryskacích materiálů

Rozdělení materiálů dle suroviny

### Kovové materiály

Ocelový granulát, ocelová drť

Litinová drť

Drátěné zrno cylindrické - arondované

Barevné kovy hliník, zinek, měď

### Minerální

Přírodní křemičitý písek

### Syntetické

Korund, skleněné perly, keramický granulát

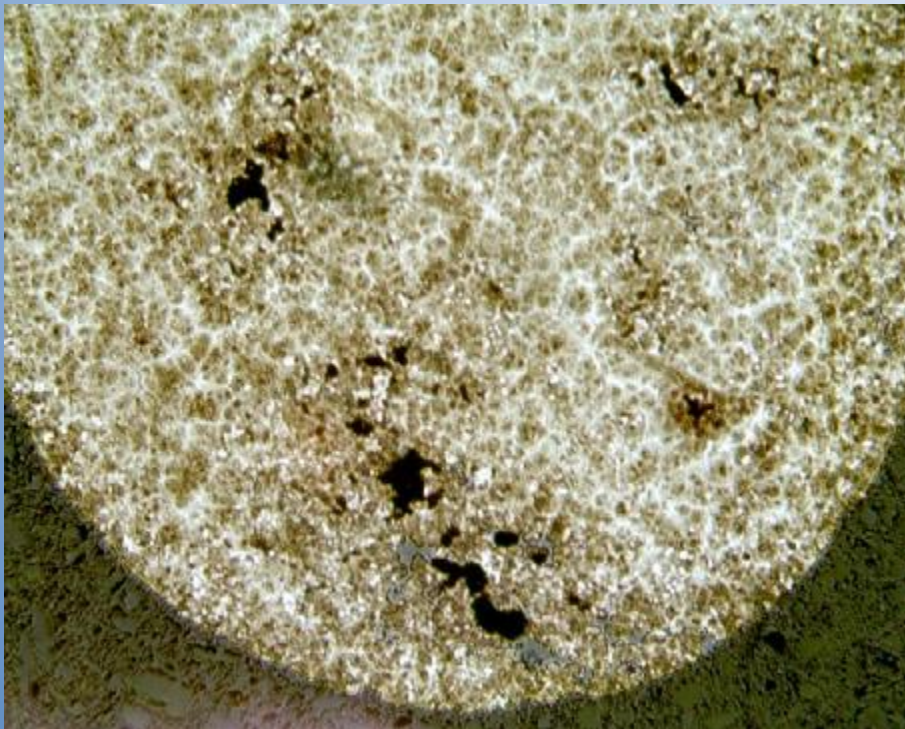
plastový materiál

### Organické

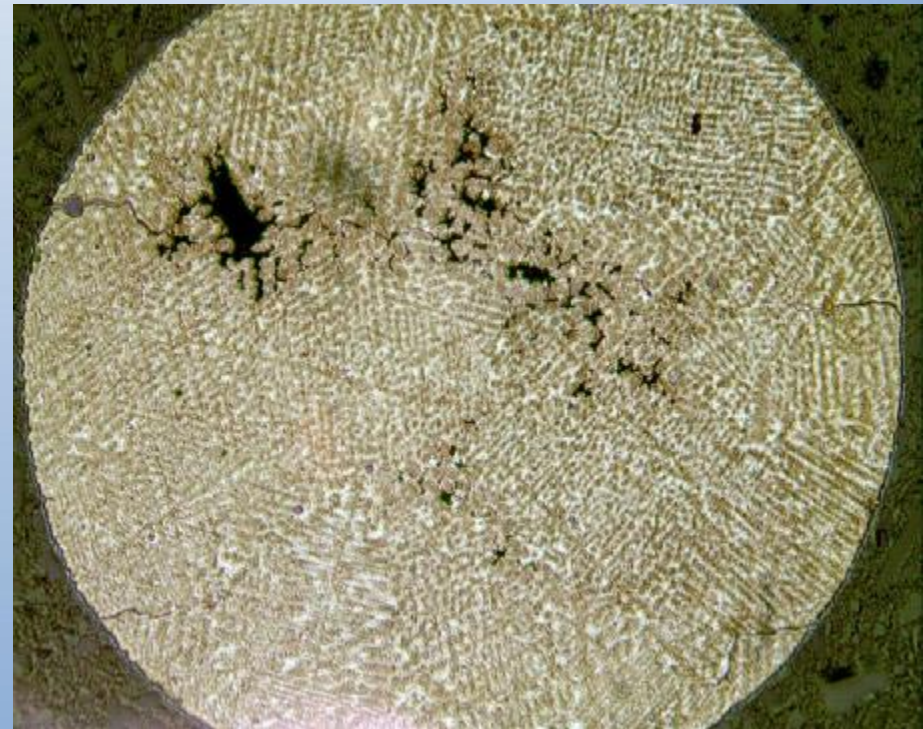
Skořápky oříšků, kukuřice



## Ocelový granulát



zvětšeno 100x : jemné broušení, jehličkovitě-martensitická mikrostruktura, ukazující dutiny a inkluze strusky



zvětšeno 100x : jemné broušení, jehličkovitě-martensitická mikrostruktura, ukazující dutiny a inkluze strusky

## DRÁTĚNÉ ZRNO



podélný řez - zvětšeno 100 x



příčný řez - zvětšeno 100 x

## Porovnání drátěné zrno vs. Ocelový granulát

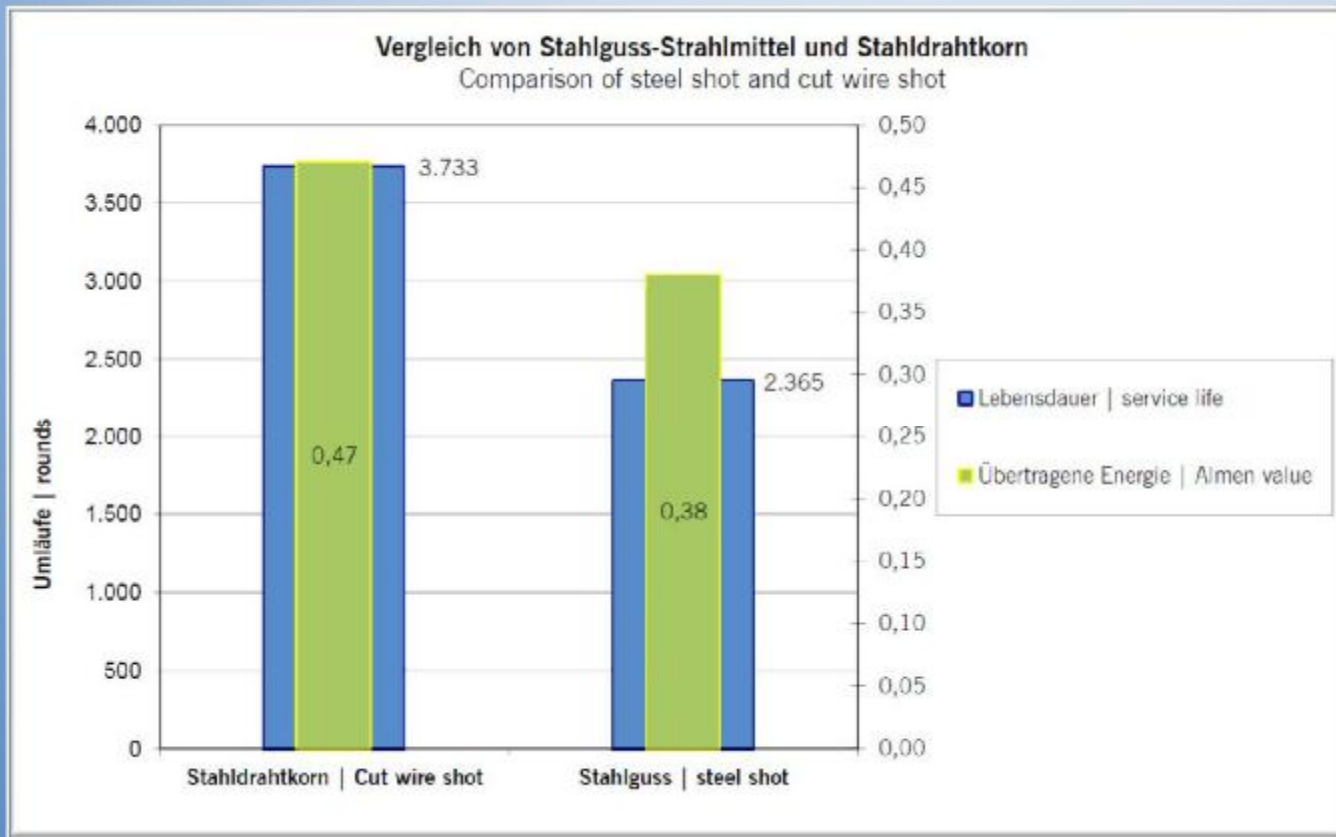


příčný řez - zvětšeno 100 x



zvětšeno 100x : jemné broušení, jehličkovitě-martensitická mikrostruktura, ukazující dutiny a inkluze strusky



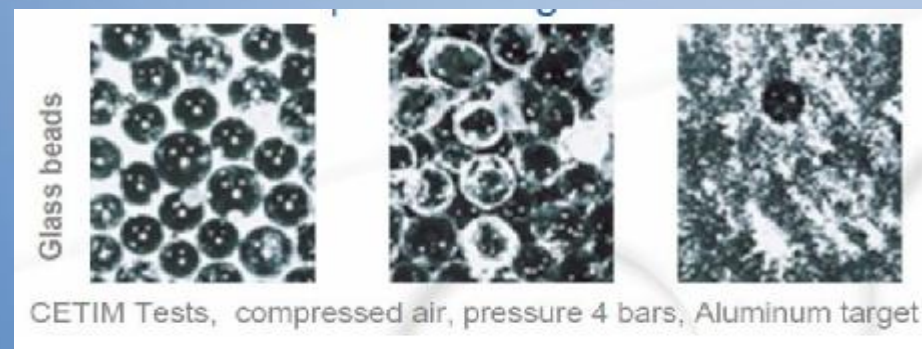
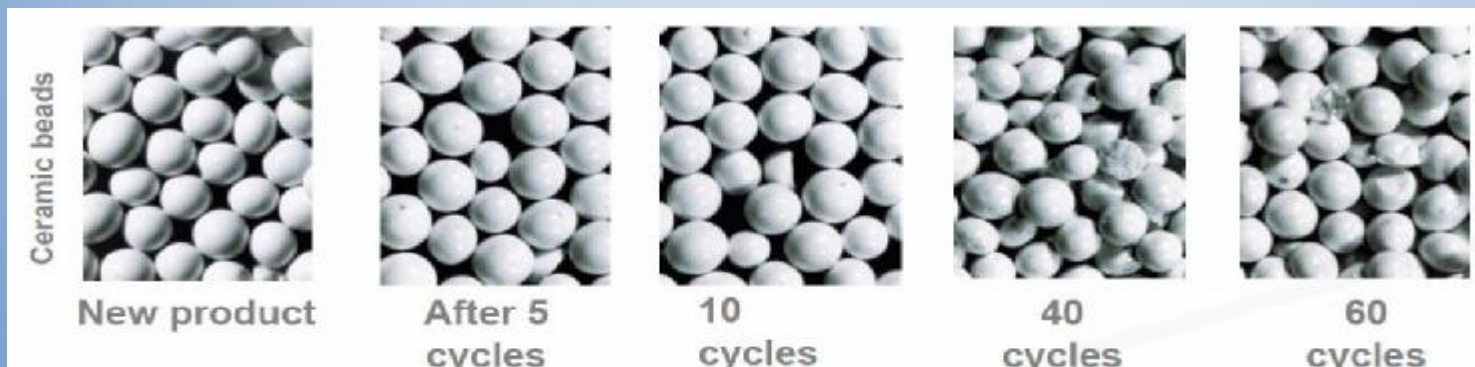


Test :

Ocelový granulát  
S 280 L

Arondovaný drát  
StD-G2-0.8 mm HV 700

## Porovnání životnosti Keramika vs. Balotina



Nekovové média jsou požadována pro procesy, ve kterých jsou vyloučeny ocelové média.

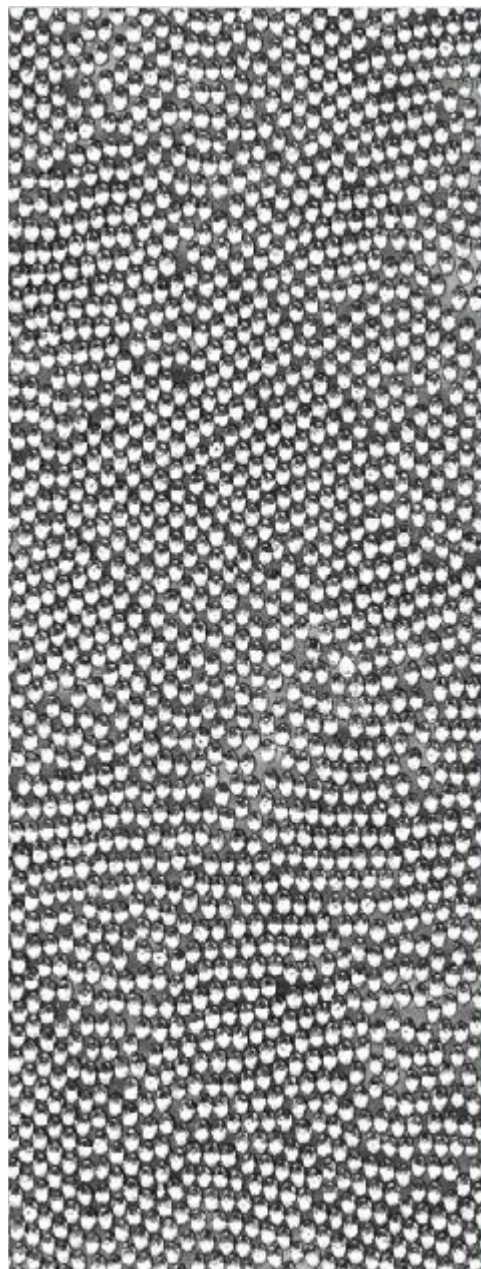
Nedochází ke kontaminaci železnými prvky, jenž mají v průběhu času nepříznivý vliv na povrch.

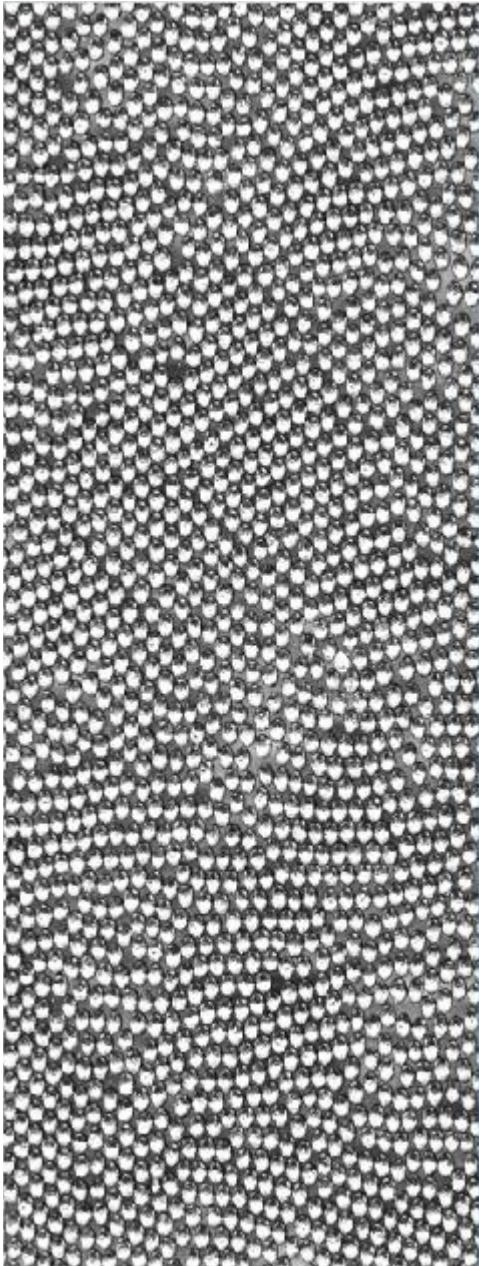
Vzhledem ke své velmi vysoké tvrdosti, a větší hustotě jsou keramické kuličky odolnější než balotina .

Delší životnost keramických kuliček dokáže určitým způsobem kompenzovat vyšší náklady tryskání .

## ARONDOVANÉ DRÁTĚNÉ ZRNO

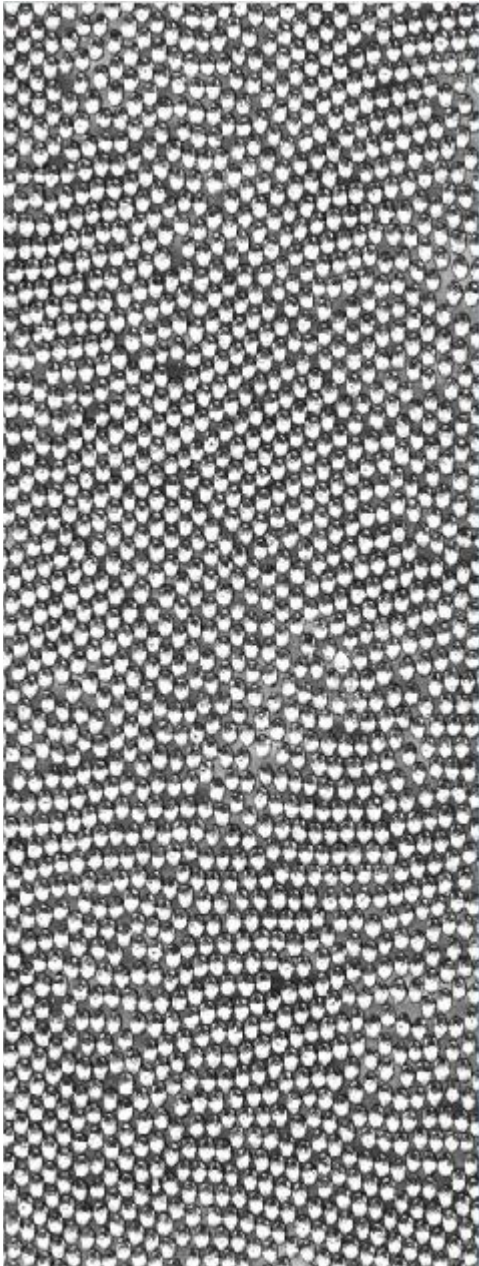
- stupeň zaoblení dle VDFI 8001





## VELIKOST ZRNA

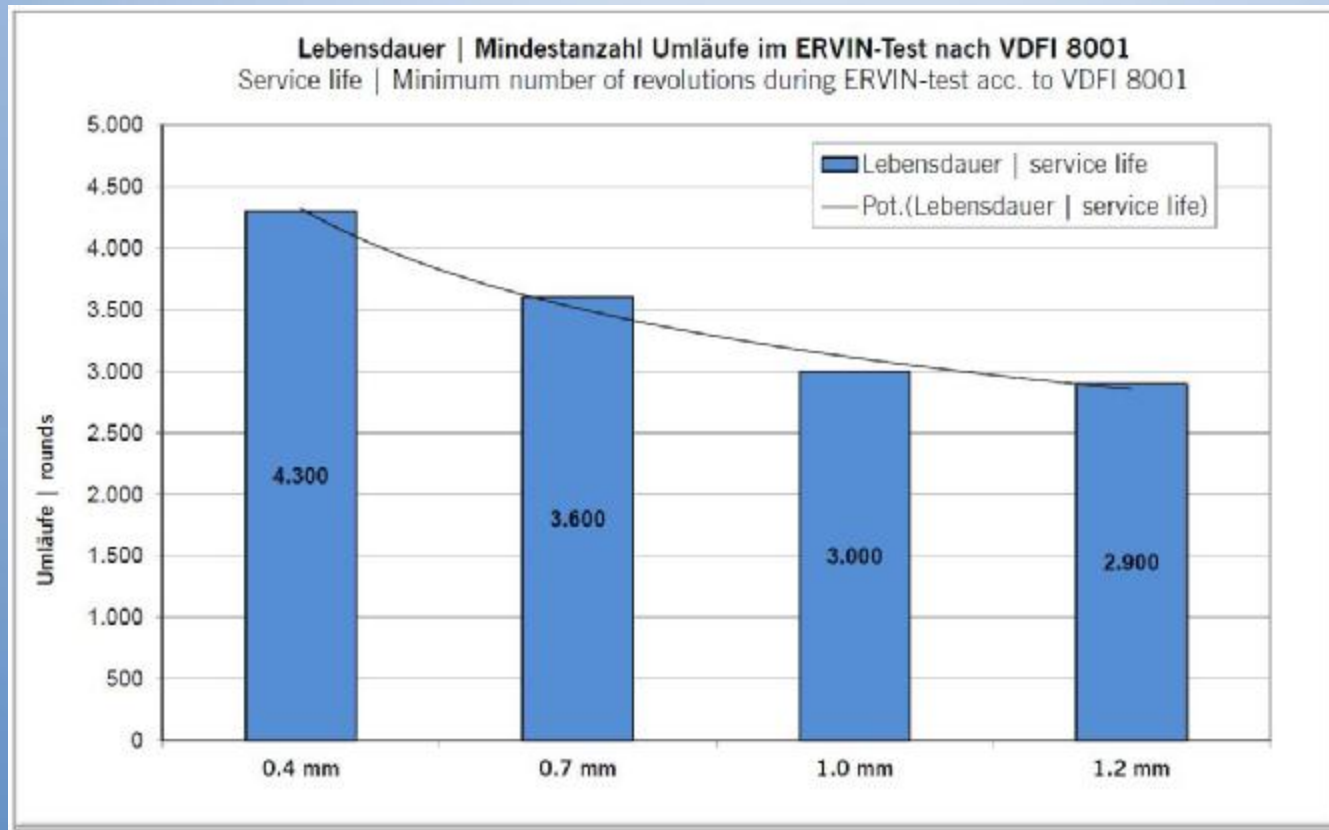
- DOPORUČENÍ K VÝBĚRU VELIKOSTI ZRNA
- větší / hrubší velikost zrn vykazuje nižší životnost oproti jemnější zrnitosti
- hrubší zrnitost vede k vyšší intenzitě tryskání (Almen – test), ale ne k vyššímu vnitřnímu napětí
- hrubší zrnitost vede k větší tloušťce opracované vrstvy
- velikost zrn tryskacího materiálu by měla být zvolena taková, aby splnila požadavky testů almeny a zároveň nedošlo k nadměrnému zdrsnění povrchu



## TVRDOST ZRNA

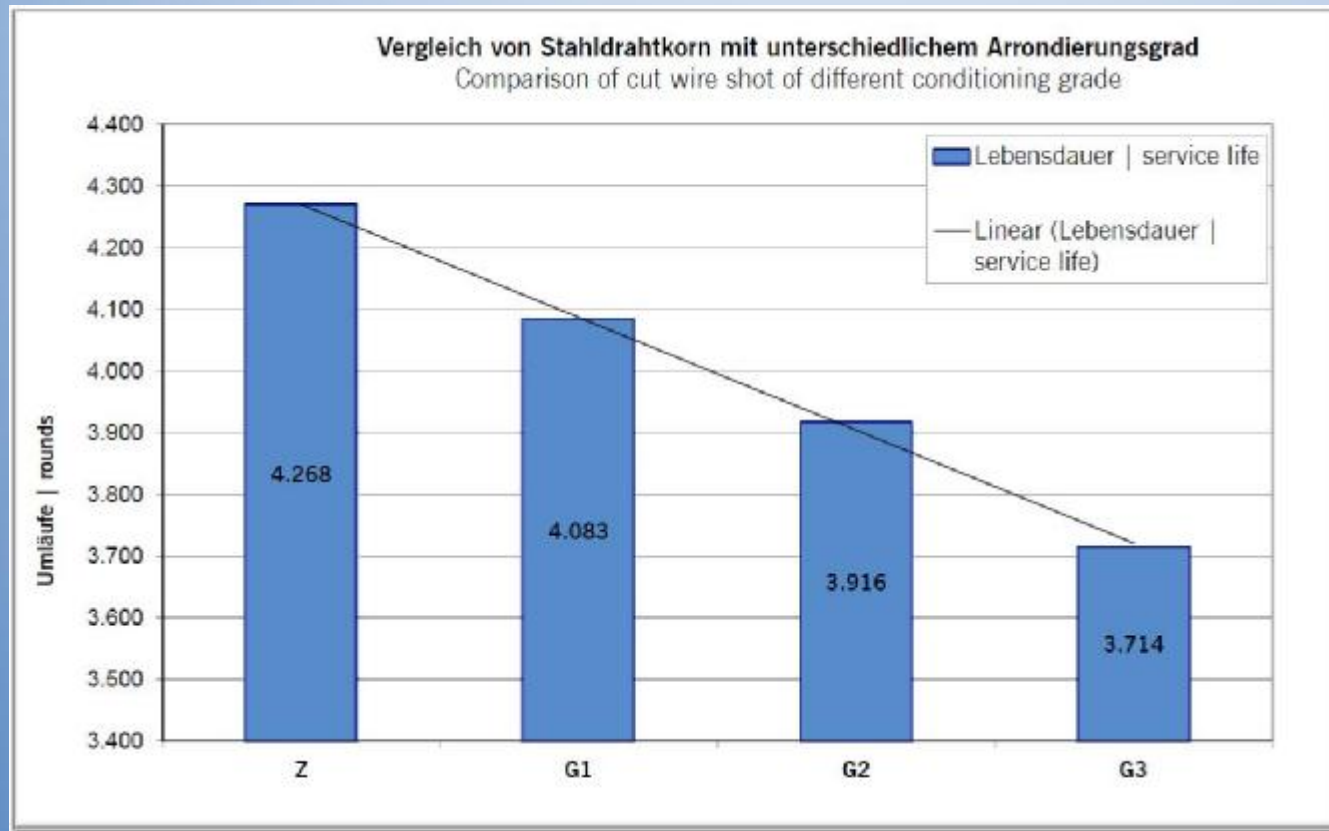
- DOPORUČENÍ K VÝBĚRU TVRDOSTI TRYSKACÍHO MATERIÁLU
- tvrdost tryskacího materiálu by měla dosahovat nebo lépe překračovat tvrdost materiálu tryskaného dílu
- životnost tryskacího materiálu je závislá na jeho tvrdosti – čím vyšší tvrdost, tím nižší životnost
- při specifických požadavcích na kvalitu tryskání je nutno pracovat s různými tvrdostmi tryskacího materiálu

# ARONDOVANÉ DRÁTĚNÉ ZRNO



zkoušky na zakulaceném  
drátěném zrně StD-G2  
HV 640 (různé zrnitosti)  
v laboratoři  
KrampeHarex

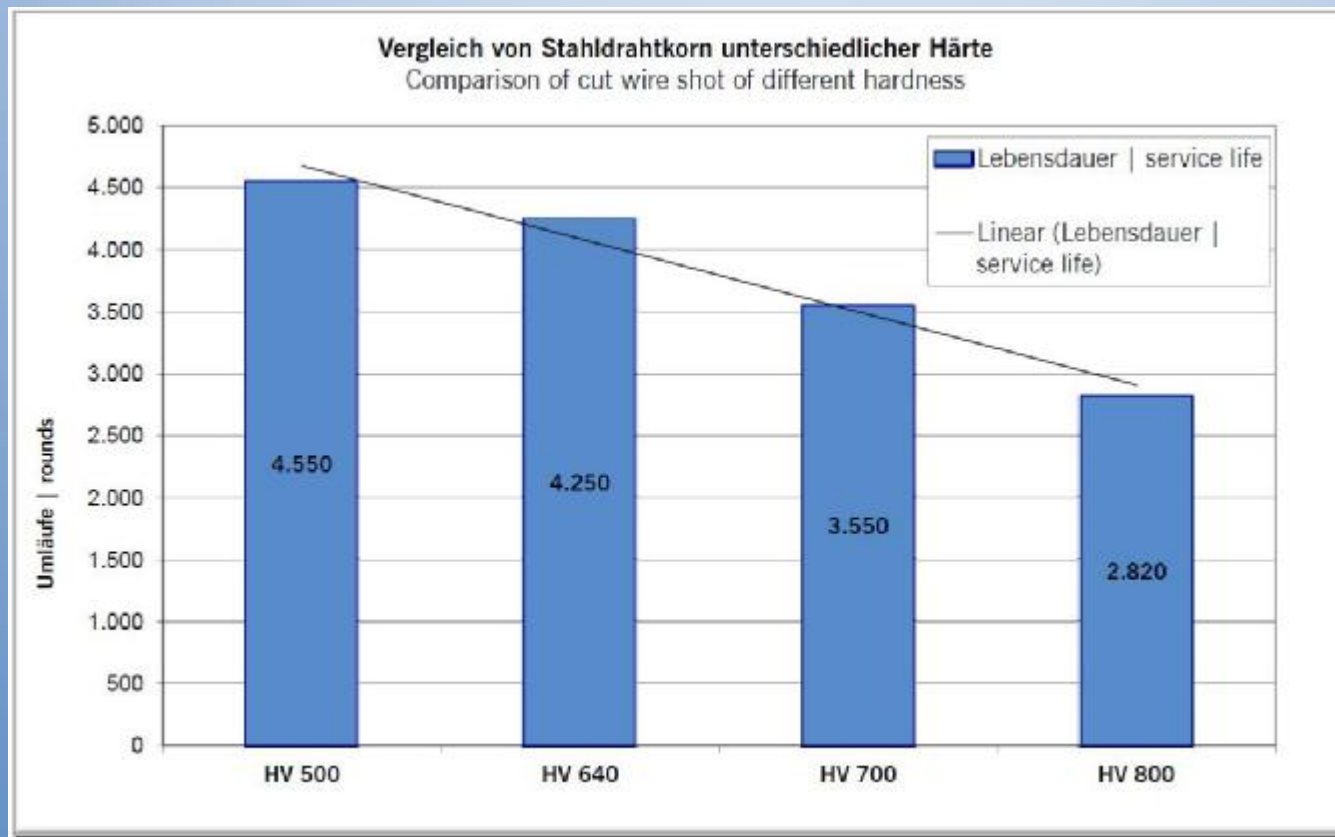
# ŽIVOTNOST DRÁTĚNÉHO ZRNA



zkoušky cylindrického zrna  
StD-Z-0.8mm HV 580  
a  
arondovaného zrna  
StD-G-0.8 mm HV 640

Grad	tvrdost	
	theoretisch	Norm
-Z	(HV 580)	HV 580
-G1	(HV 600)	HV 640
-G2	(HV 620)	HV 640
-G3	(HV 640)	HV 640

# ŽIVOTNOST vs. TVRDOST

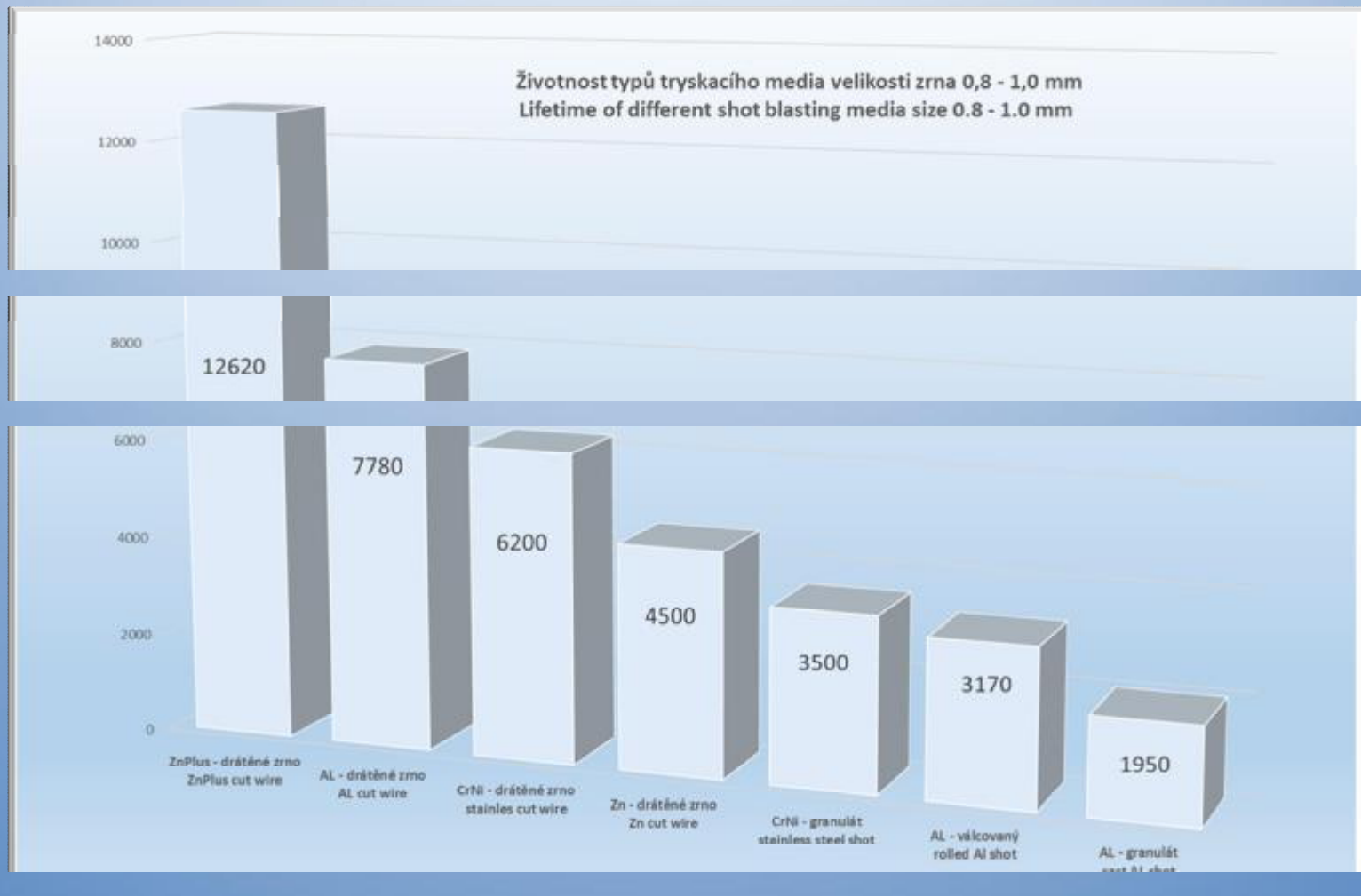


arondované zrno  
StD-G2-0.8 mm  
(různé tvrdosti)

- HV 500
- HV 640 ) VDFI 8001
- HV 700 ) VDFI 8001
- HV 800



# ŽIVOTNOST vs. TYP MATERIÁLU





## KONTROLA A ZKOUŠENÍ TRYSKACÍHO MATERIÁLU

- velikost a forma zrna
- křivka zrnitosti ( podíly jednotlivých zrn)
- tvrdost
- ERVIN - test
  - životnost
  - energie tryskání (Almen -test)

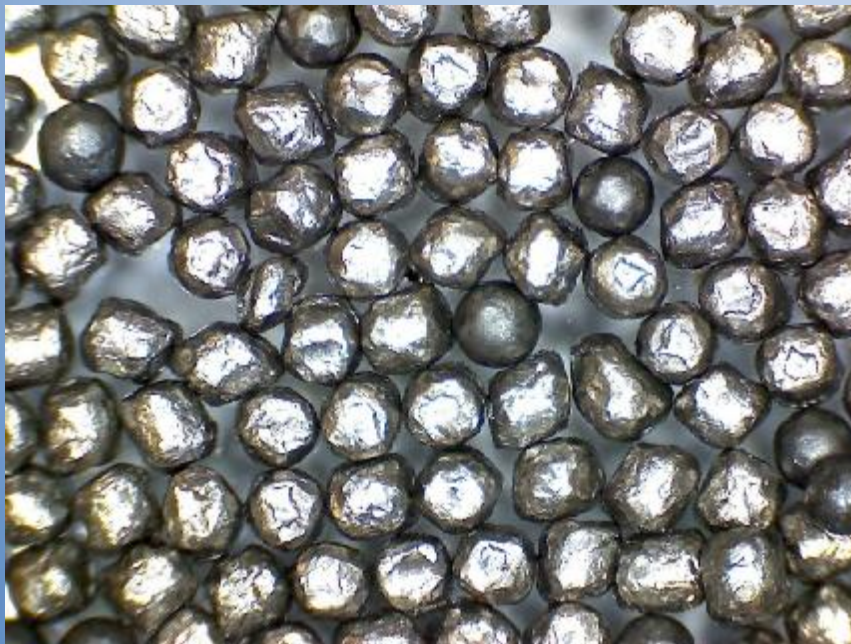
## VELIKOST A FORMA ZRNA



## MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ PROCESU TRYSKÁNÍ

VELIKOST A FORMA ZRNA

→ POROVNÁNÍ ZAKULACENÉ ZRNO / OCELOVÝ GRANULÁT



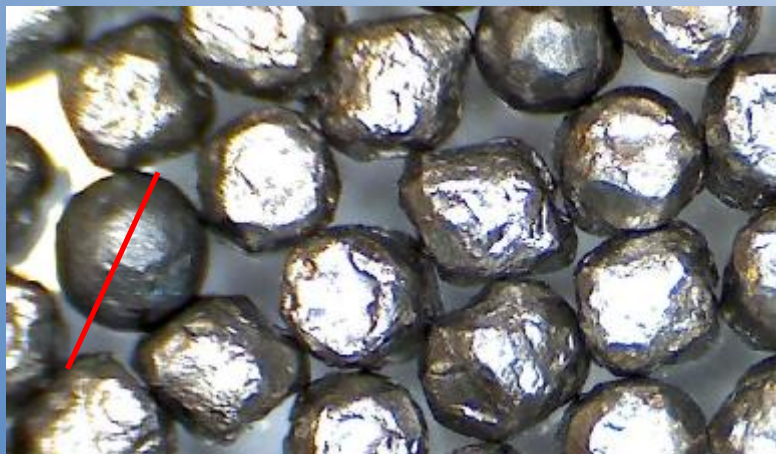
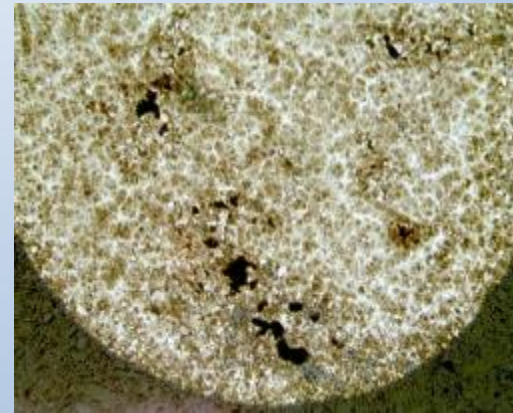
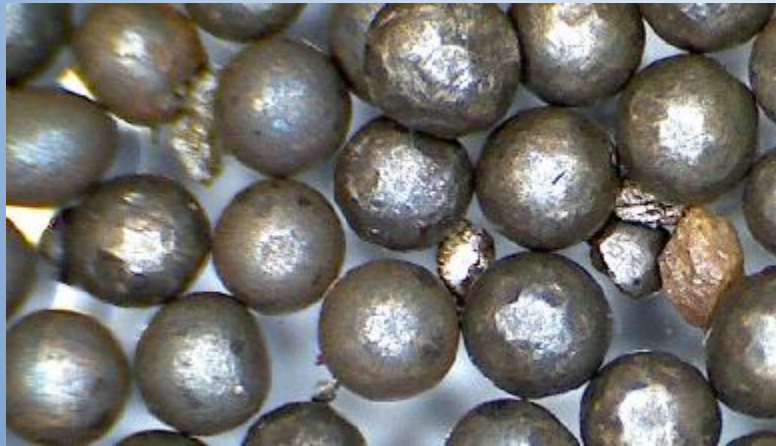
## MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ PROCESU TRYSKÁNÍ

VELIKOST A FORMA ZRNA A JEJICH VLIV NA INTENZITU TRYSKÁNÍ

→ POROVNÁNÍ ČISTÉ ZRNO / ZNEČIŠŤENÉ ZRNO



## Rozdíly drátěné zrno vs. Steel shot



## Rozdíly drátěné zrno vs. Steel shot



**StD-G2-0,8 mm HV 700 (KrampeHarex)**

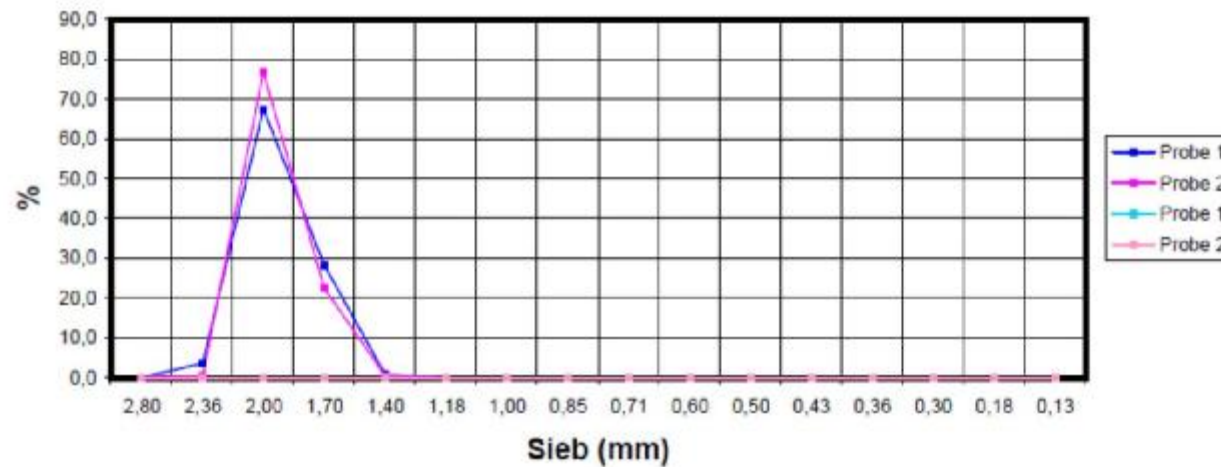
**S 280 L (Ervin Amasteel)**

# KŘIVKA ZRNITOSTI



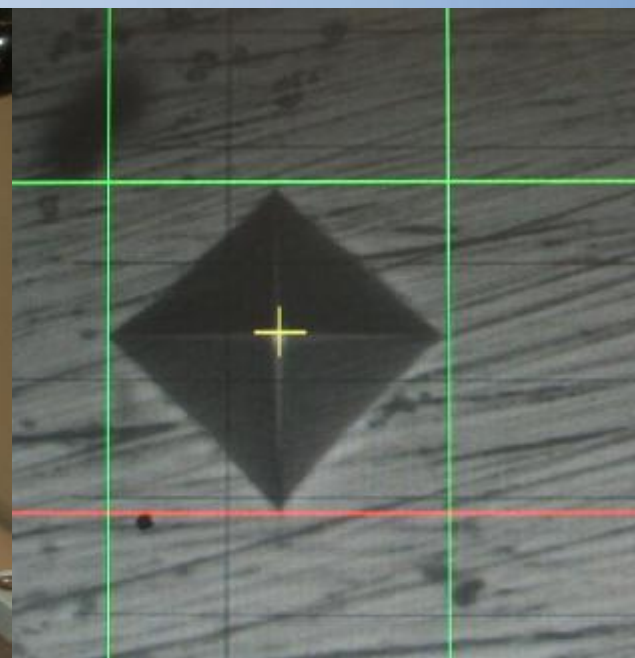


Kornung Size			StD/S/G	N	Gemisch New material						B Betriebsgemisch Operating mix					
Sieb Mesh	ASTM E-11 Sieboffnung Opening		SAE Spe SAE Spec	Probe 1 Sample 1			Probe 2 Sample 2			Probe 1 Sample 1			Probe 2 Sample 2			
	mm	inches		Einz /g Indiv /g	Einz/% Indiv/%	Kum/% Cum/%	Einz /g Indiv /g	Einz/% Indiv/%	Kum/% Cum/%	Einz /g Indiv /g	Einz/% Indiv/%	Kum/% Cum/%	Einz /g Indiv /g	Einz/% Indiv/%	Kum/% Cum/%	
	7	2,80	0,110	0	0,0											
8	2,36	0,093	0	4,6	3,6	3,6	0,4	0,4	0,4							
10	2,00	0,079	0	86,4	67,5	71,1	76,7	76,7	77,1							
12	1,70	0,067	0	36,1	28,2	99,3	22,5	22,5	99,6							
14	1,40	0,055	0	0,9	0,7	100,0	0,4	0,4	100,0							
16	1,18	0,046	0	0,0												
18	1,00	0,039	0													
20	0,85	0,033	0													
25	0,71	0,028	0													
30	0,60	0,024	0													
35	0,50	0,020	0													
40	0,43	0,017	0													
45	0,36	0,014	0													
50	0,30	0,012	0													
80	0,18	0,007	0													
120	0,13	0,005	0													
Boden																
Summe				128,1			100,0			0,0					0,0	



## TVRDOST

vlevo: tvrdoměr SHIMADSU  
uprostřed: zkušební vzorek pod objektivem  
vpravo: měření vzorku v počítači





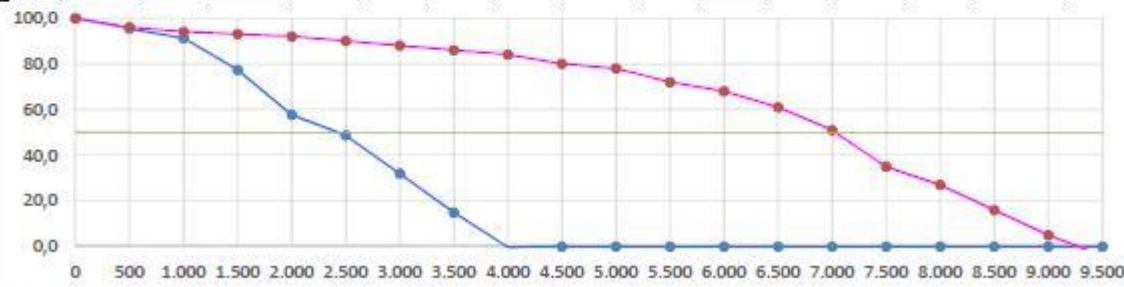


## ERVIN -TEST

- standartizovaný mechanický test pro kovové tryskací materiály
- Ervin Industries - USA
  - životnost: 2 různé metody
  - předaná energie vyhodnocení pomocí zkušebního pásku „Almentest“
- SOUVISEJÍCÍ NORMY
  - SAE J442: Standard-zkušební pásky měření
  - SAE J443: Použití zkušebních pásků

E-Sieb Take Out Sieve		Probe 1 Sample 1				Probe 2 Sample 2				Probe 1 Sample 1				Probe 2 Sample 2			
Durchl Passes	KumD Cum Pa	InRu/g InRe/g	InRu/% InRe/%		InRu/g InRe/g	InRu/% InRe/%		InVe/g InLo/g	InVe/% InLo/%	KuV/% CuLo/%	100%E 100%R	InVe/g InLo/g	InVe/% InLo/%	KuV/% CuLo/%	100%E 100%R		
0	0	100,0			100,0												
500	500	92,0	92,0		93,0	93,0		8,0	8,0	8,0		7,0	7,0	7,0			
500	1000	85,0	85,0		87,0	87,0		15,0	15,0	23,0		13,0	13,0	20,0			
500	1500	81,0	81,0		85,0	85,0		19,0	19,0	42,0		15,0	15,0	35,0			
500	2000	81,0	81,0		87,0	87,0		19,0	19,0	61,0		13,0	13,0	48,0			
500	2500	83,0	83,0		84,0	84,0		17,0	17,0	78,0		16,0	16,0	64,0			
500	3000	82,0	82,0		82,0	82,0		18,0	18,0	96,0		18,0	18,0	82,0			
500	3500	83,0	83,0		83,0	83,0		17,0	17,0	113,0	3.118	17,0	17,0	99,0			
500	4000		-----		80,0	80,0						20,0	20,0	119,0	3.525		
500	4500		-----														
500	5000		-----														
500	5500		-----														
500	6000		-----														
500	6500		-----														
500	7000		-----														
500	7500		-----														
Durchläufe 100% Lebensdauer nach SAE J445 (ERVIN-Test)											3.118	3.525					
Passes 100% Life acc. SAE J445 (ERVIN-Test)																	
Verhältnis Muster 1 / Muster 2 (%)											88,4						
Ratio Sample 1 / Sample 2 (%)																	
Verhältnis Muster 2 / Muster 1 (%)															113,1		
Ratio Sample 2 / Sample 1 (%)																	

0,3 lifetime		Chronital S 50						EStD-0,8 mm AISI 304						
Durohl passes	KumD cumpass	Sample 1						Sample 2						
		InRü/g InRe/g	InRü/% InRe/%	InVe/g InLo/g	InVe/% InLo/%	KuV/% CuLo/%	50/100% 50/100%	InRü/g InRe/g	InRü/% InRe/%	InVe/g InLo/g	InVe/% InLo/%	KuV/% CuLo/%	50/100% 50/100%	
0	0	100,0						100,0						
500	500	95,4	95,4	4,6	4,6	4,6		96,0	96,0	4,0	4,0	4,0		
500	1.000	95,8	95,8	4,2	4,2	8,8		98,0	98,0	2,0	2,0	6,0		
500	1.500	86,2	86,2	13,8	13,8	22,6		99,0	99,0	1,0	1,0	7,0		
500	2.000	80,3	80,3	19,7	19,7	42,3		99,0	99,0	1,0	1,0	8,0		
500	2.500	91,0	91,0	9,0	9,0	51,3		98,0	98,0	2,0	2,0	10,0		
500	3.000	83,3	83,3	16,7	16,7	68,0		98,0	98,0	2,0	2,0	12,0		
500	3.500	82,9	82,9	17,1	17,1	85,1		98,0	98,0	2,0	2,0	14,0		
500	4.000	84,9	84,9	15,1	15,1	100,2	3.993	98,0	98,0	2,0	2,0	16,0		
500	4.500							96,0	96,0	4,0	4,0	20,0		
500	5.000							98,0	98,0	2,0	2,0	22,0		
500	5.500							94,0	94,0	6,0	6,0	28,0		
500	6.000							96,0	96,0	4,0	4,0	32,0		
500	6.500							93,0	93,0	7,0	7,0	39,0		
500	7.000							90,0	90,0	10,0	10,0	49,0		
500	7.500							84,0	84,0	16,0	16,0	65,0		
500	8.000							92,0	92,0	8,0	8,0	73,0		
500	8.500							89,0	89,0	11,0	11,0	84,0		
500	9.000							89,0	89,0	11,0	11,0	95,0		
500	9.500							91,0	91,0	9,0	9,0	104,0	9.278	

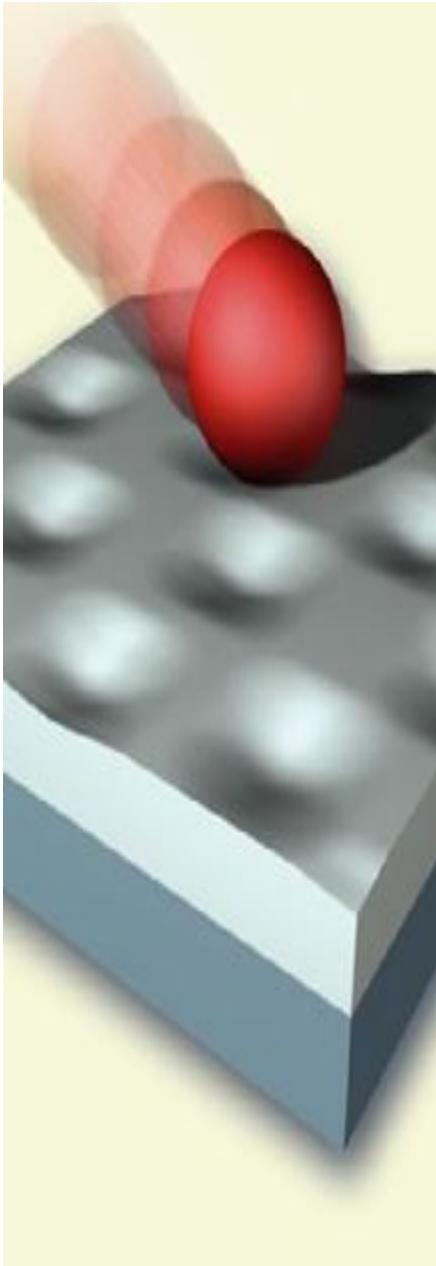
Umläufe K50 passes K50	Verhältnis % ratio %				
Umläufe K100 passes K100	Verhältnis % ratio %	3.993	43,0%	9.278	232,3%

# ERVIN-TEST



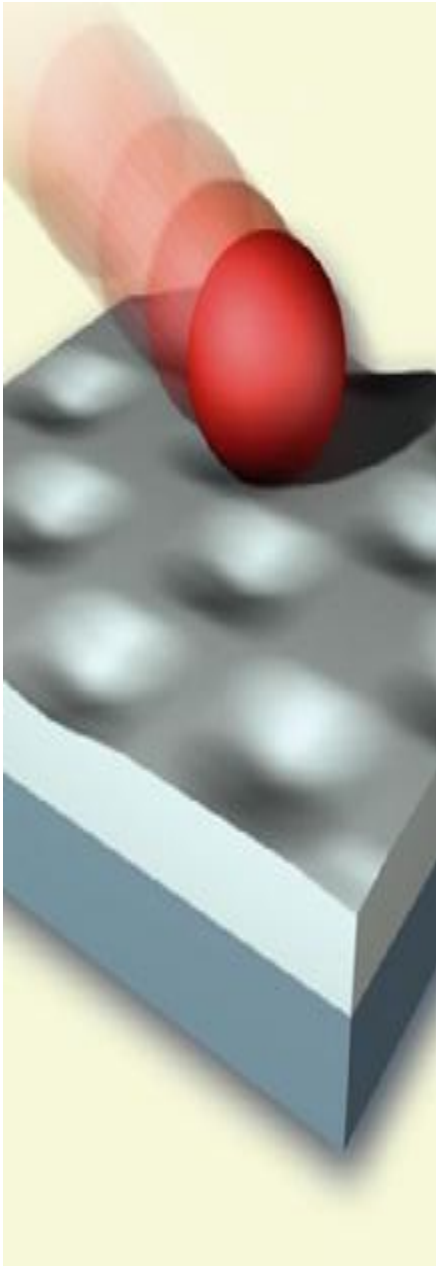
<b>Inspection Steel Abrasives</b>		<b>Part 3 - Energy (Almen test)</b>			
<b>Probe 1</b> <i>Sample 1</i>	GS-R 1,6-2,24 / NK <b>Datum</b> 03.03.09 <i>Date</i>	<b>Kunde/</b> <b>Lieferant</b> <i>Customer/</i> <b>Deliverer:</b>	Miele & Cie, Gütersloh Eisenwerk Würth  Bundesrepublik Deutschland	<b>Prüfnummer, Prüfdatum:</b> <b>Reg.-Number: Date:</b>	
<b>Probe 2</b> <i>Sample 2</i>	S 660 LC <b>Datum</b> 03.03.09 <i>Date</i>	<b>Kunde/</b> <b>Lieferant</b> <i>Customer/</i> <b>Deliverer:</b>	KrampeHarex (Toscelik Granol)  Bundesrepublik Deutschland	<b>Zur Lieferanzeige</b> <b>To Delivery Note</b> <b>LS-Nummer, LS-Datum:</b> <b>No. Delivery Note, Date:</b>	
<b>Bemerkungen</b> <b>Lieferant</b> <i>Remarks</i> <i>of supplier</i>					
				<b>Probe 1</b> <i>Sample 1</i>	<b>Probe 2</b> <i>Sample 2</i>
<b>Durchbiegung</b> <i>Bending</i>		<b>mm</b>	<b>inch</b>	<b>mm</b>	<b>inch</b>
		0,49	0,019	0,42	0,017
<b>Übertragene Energie (nach SAE 445); Verhältnis Muster 1 / Muster 2 (%)</b> <i>Transmitted Energy (acc. SAE 445); Ratio Sample 1 / Sample 2 (%)</i>		116,2			
<b>Übertragene Energie (nach SAE 445); Verhältnis Muster 2 / Muster 1 (%)</b> <i>Transmitted Energy (acc. SAE 445); Ratio Sample 2 / Sample 1 (%)</i>				86,1	





## PARAMETRY TRYSKÁNÍ

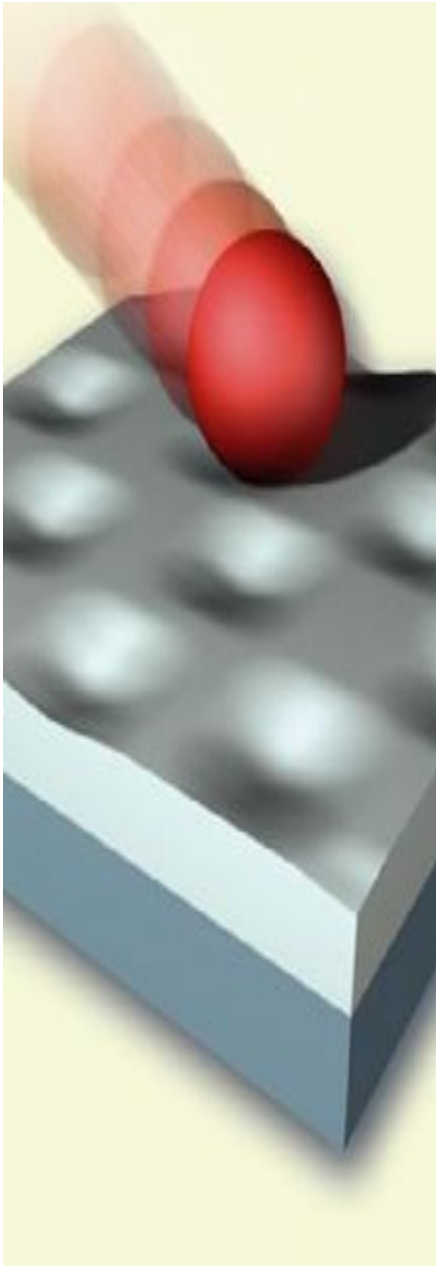
- znalost materiálových charakteristik materiálu tryskaného povrchu je výhodou, díky které lze optimalizovat použitý druh tryskacího média a jeho aplikace
- geometrie, velikost, konstrukční detaily
- mechanické vlastnosti např tvrdost
- výchozí povrch
- přenášené zatížení
- povrchové vlastnosti po zpevnění



## PARAMETRY TRYSKACÍHO MATERIÁLU

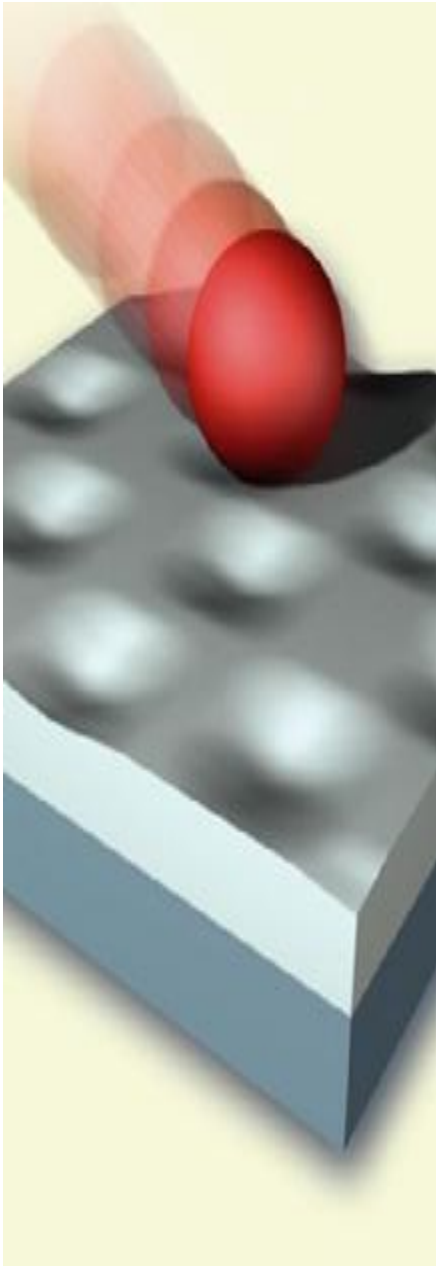
Výsledky procesu tryskání jsou ovlivňovány následujícími parametry :

- DRUH MATERIÁLU
  - materiál a způsob výroby
  - hodnoty prozní směsi a životnost
- DRUH ZRNA
  - použití čištění nebo zpevňování
- VELIKOST ZRNA
  - energie tryskání
  - pokrytí
- TVRDOST



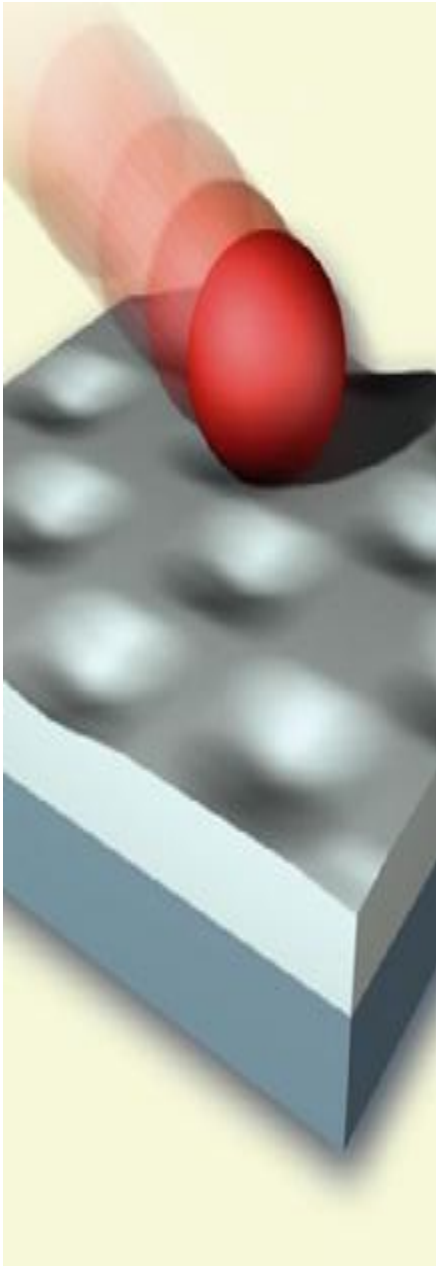
## PARAMETRY PROCESU TRYSKÁNÍ

- NÁRAZOVÁ RYCHLOST
  - rychlost odmetání lopatkami stroje nebo rychlost v ústí trysky
  - vzdálenost tryskání
- ÚHEL DOPADU
  - vedle způsobu tryskání je i úhel dopadu jedním z rozhodujících parametrů, který ovlivňuje efektivitu tryskání a kvalitu zpevnění a opracování povrchu – optimální úhel se pohybuje mezi 80 – 85 °
- MNOŽSTVÍ TRYSKACÍHO MATERIÁLU V PLOŠE
  - kritérium stupně pokrytí a nasycení (pozor – není shodné!)
  - množství tryskaného materiálu musí vycházet z požadavků na průběh procesu tryskání a měl by být dopředu ověřen zkušebním tryskáním



## PARAMETRY PROCESU TRYSKÁNÍ

- POLOHA TRYSKANÉHO DÍLCE
  - běžně se v průběhu tryskání dílec pohybuje v komoře, v případě tlakového tryskání se pohybují trysky
- PROPUSTNOST V ČASE
  - tryskáčské lopatky: velikost lopatek, výkon motoru, otáčky
  - tlakový vzduch: tlak vzduchu a množství, nastavení trysky
- INTENZITA TRYSKÁNÍ
- „SPRÁVNÁ“ OČEKÁVÁNÍ NA VÝSLEDEK TRYSKÁNÍ
- DOBA TRYSKÁNÍ
- ODPOVÍDAJÍCÍ TRYSKACÍ MATERIÁL



## PARAMETRY PROCESU TRYSKÁNÍ

- ČIŠTĚNÍ / VÝMĚNA TRYSKACÍHO MATERIÁLU V ČASE
- OBRAZEC TRYSKÁNÍ
  - tvar: lopatky – eliptický, trysky – kruhový
  - poloha
- STAV TRYSKACÍHO ZAŘÍZENÍ
  - manipulace s tryskacím materiálem, tryskací turbíny, čištění atd.

**UPOZORNĚNÍ:** Stav a pravidelná údržba tryskacího zařízení a všech jeho součástí významně ovlivňuje výsledek procesu tryskání.



## MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ

- drsnost
- pokrytí (s.grad)
- intenzita tryskání

# DRSNOST POVRCHU

Perthometer M2  
Datum 14.10.2010  
Lt 5.600 mm  
Lc 0.800 mm  
Rz 36.0  $\mu\text{m}$   
Rmax 48.2  $\mu\text{m}$   
Rk 21.5  $\mu\text{m}$

R Profil  
Lc 0.800 mm  
VER 25.0  $\mu\text{m}$



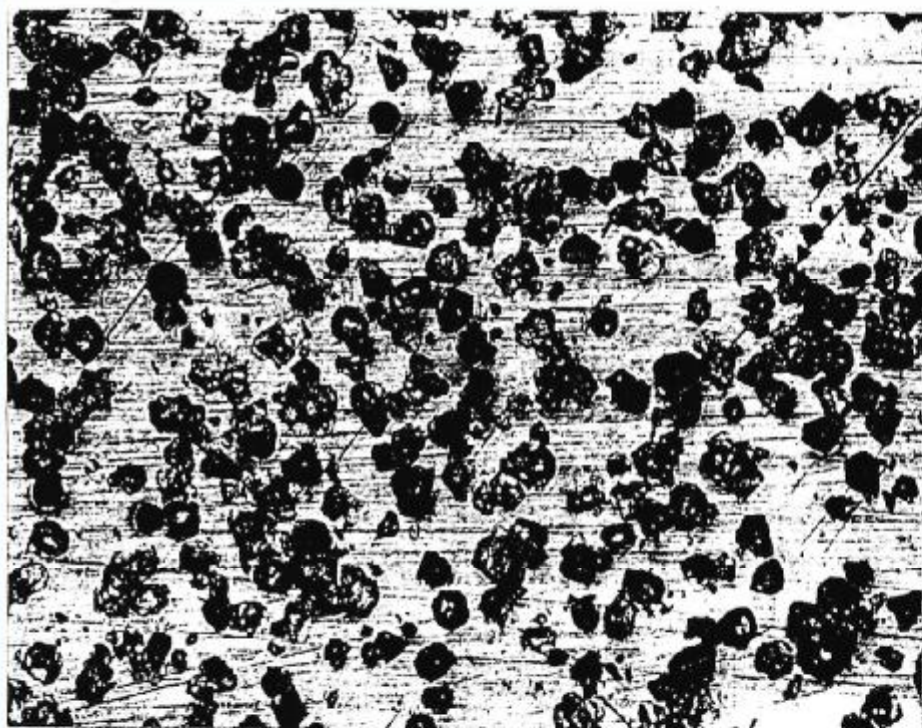


## POKRYTÍ

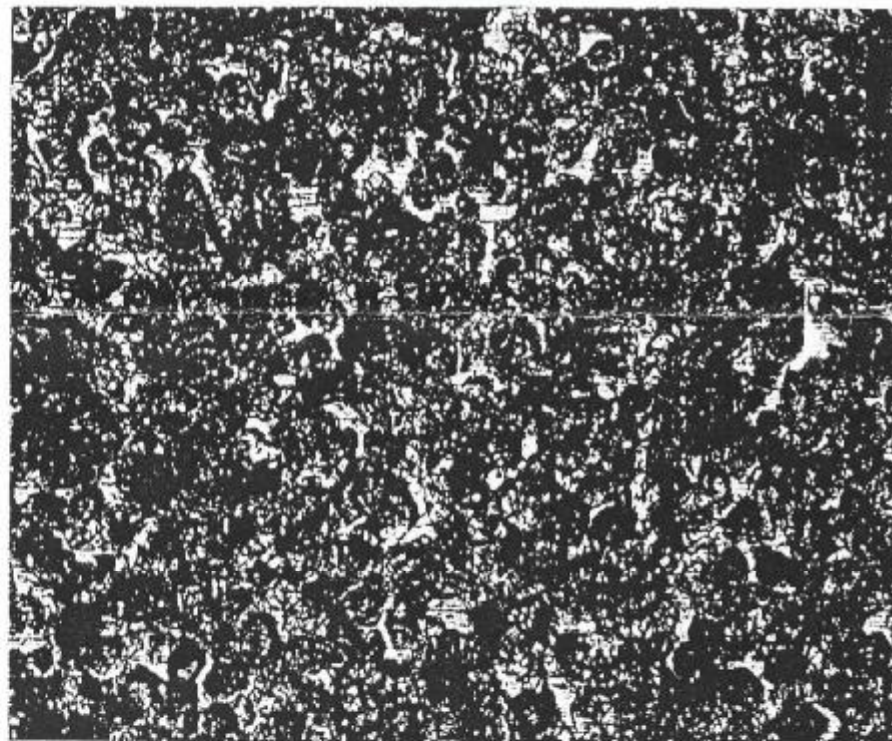
- stupeň pokrytí je podíl celkové tryskané plochy k ploše, která je pokryta údery tryskacího materiálu
- vyhodnocení je subjektivní většinou porovnání s fotografickým normativem
- při zřetelných viditelných úderech je vyhodnocení jednoduché
- u vnitřních otvorů nebo zaoblení není optimální
- využití fluorescenční barvy dle SAE AMS 13165
- možnost využití počítačových metod
- nejsou ovlivněny subjektivním vlivem



POKRYTÍ : FOTOGRAFICKÉ POROVNÁNÍ



$\tau = 40\%$



90%

## VENTILY MAGNA VALVE

Možnosti použití ventilů u jednotlivých typů tryskačů



VENTILY MAGNA VALVE  
pro přenosné stroje

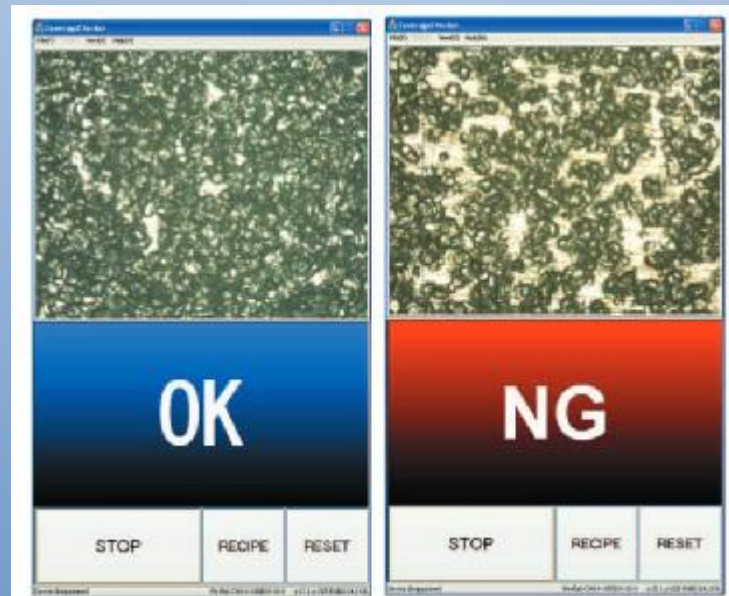


VENTILY MAGNA VALVE  
pro pneumatické stroje

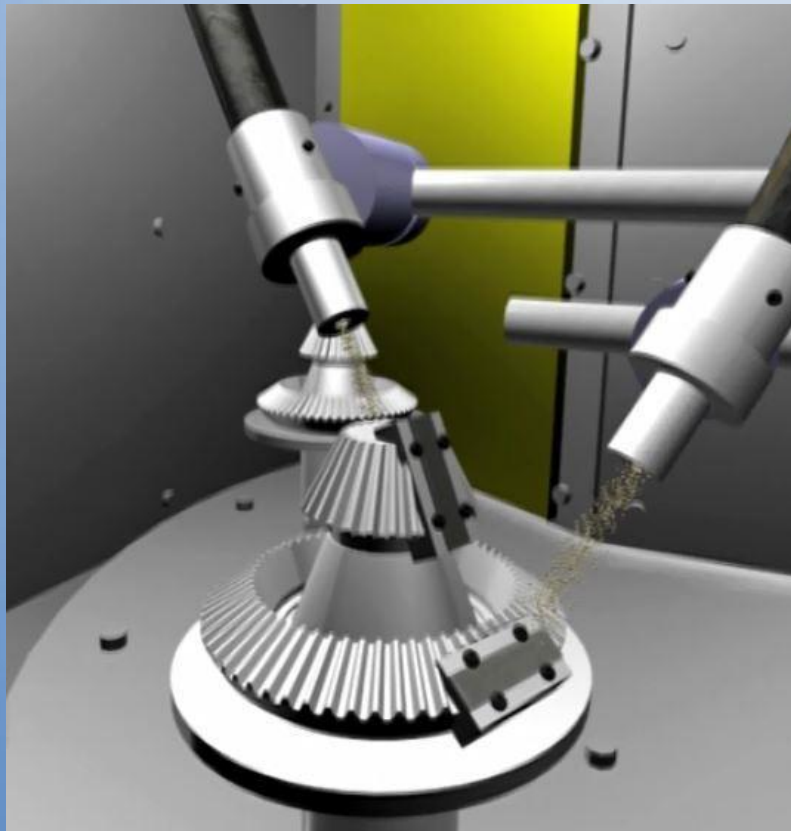


VENTILY MAGNA VALVE  
pro stroje s lopatkami

# POKRYTÍ



## INTENZITA TRYSKÁNÍ





## INTENZITA TRYSKÁNÍ

- měřené hodnoty : průhyb a výška oblouku otryskaného Almen pásku



- měřidla: AlmenGage
- metoda měření: Almen-metodika dle SAE J442/J443
- Almen-pásky standartizované pásky
  - Typ N, A, C, podle očekávaného průhybu
  - N (0,79 mm ): průhyb < 0.1 mm
  - A (1,29 mm ): průhyb 0.1-0.6 mm
  - C (2,39 mm ): průhyb > 0.6 mm





## INTENZITA TRYSKÁNÍ

- METODA MĚŘEN

- opakování při různých časech tryskání (minimalně 3, lépe 5 měření) do dosazení charakteristické křivky

- NASYCENÍ

- nasycení je definováno jako čas tryskání, při kterém dojde ke zvětšení průhybu na zkušební plátce o max. 10%
- nasycení reprezentuje aktuální intenzitu tryskání při daném nastavené tryskacího zařízení

- **UPOZORNĚNÍ:** Nezaměňovat nasycení se stupněm pokrytí. Oba parametry však musí být zároveň naplněny. Nikdy by však stupeň pokrytí neměl klesnout pod 100%, tak aby byly splněny podmínky ALMEN - testů



**Ing. Petr Herka**  
**KRAMPEHAREX CZ s.r.o.**  
**Osvobození 234**  
**664 81 OSTROVAČICE**

**Tel: 602 710 158**

**Email : [petr.herka@krampeharex.cz](mailto:petr.herka@krampeharex.cz)**