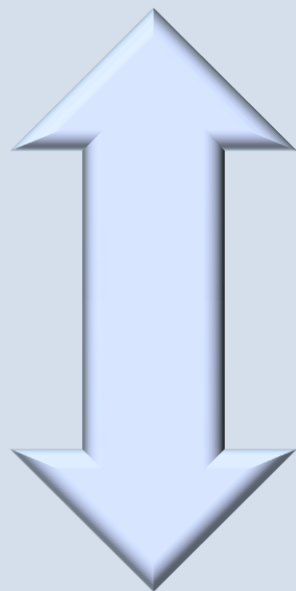


Nahlédnutí pod pokličku vývoje SHM:

Magnetronové naprašování



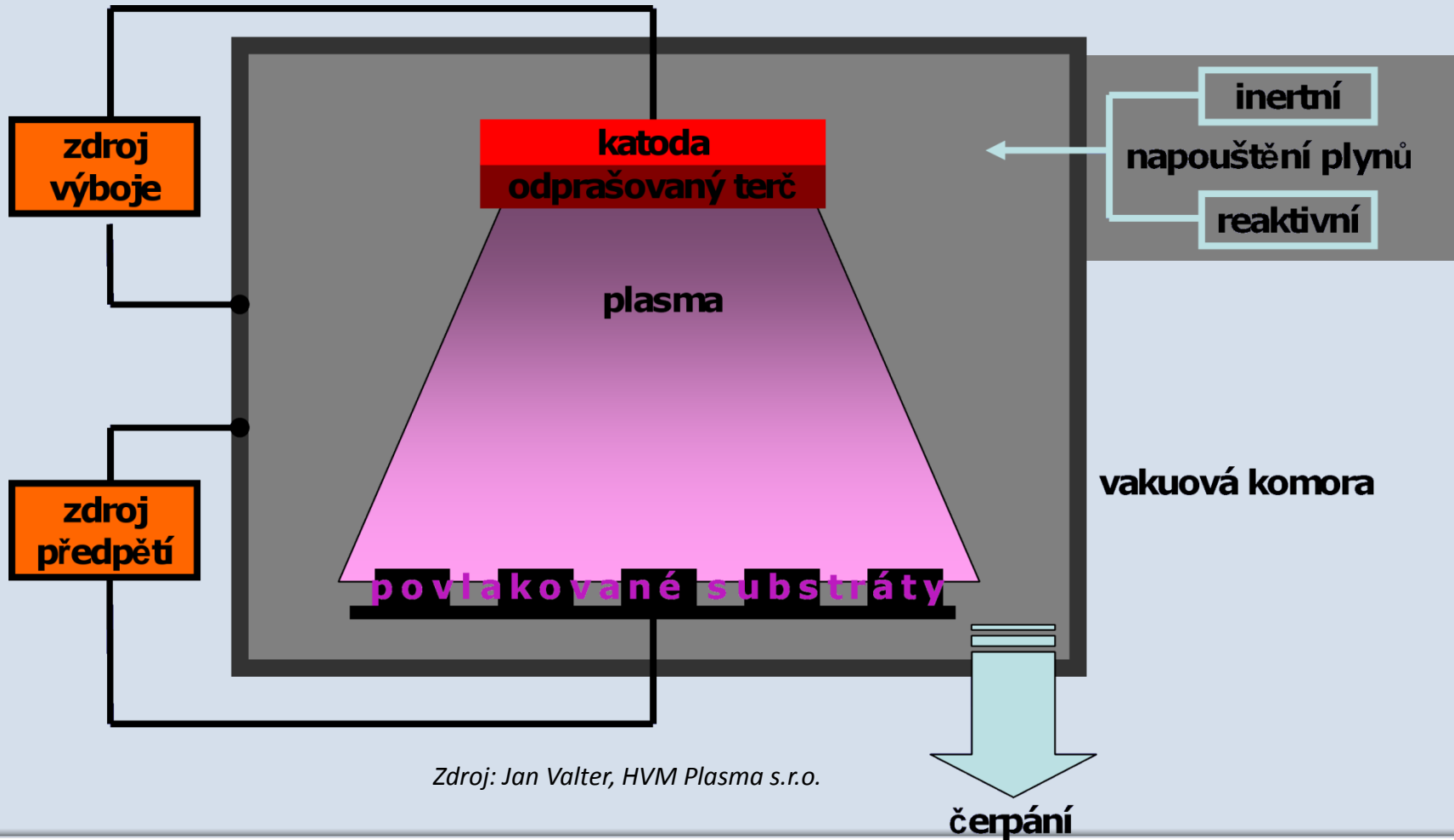
Počítačová simulace procesu

Magnetronové naprašování

- princip metody
- vývoj technologie

Magnetronové naprašování

➤ princip metody

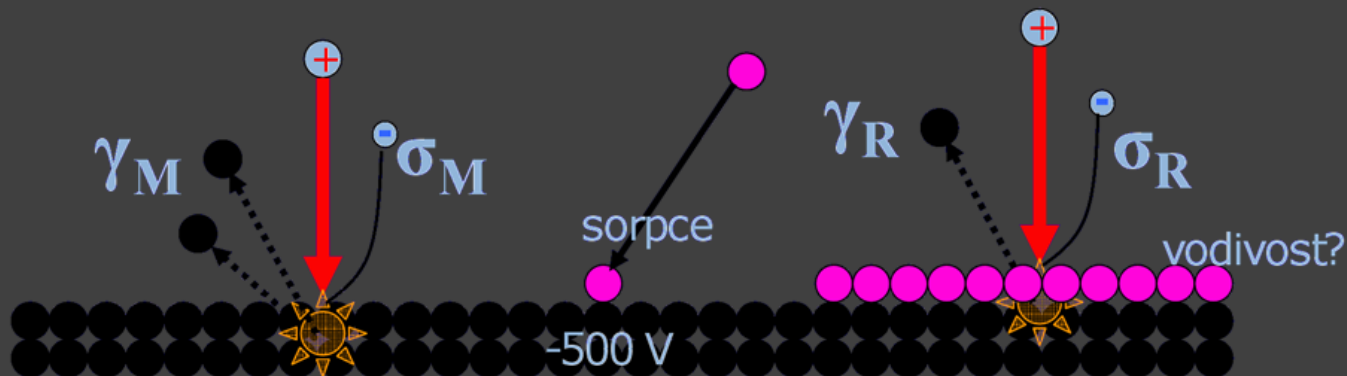


Zdroj: Jan Valter, HVM Plasma s.r.o.

Magnetronové naprašování

➤ princip metody - target

●	●	⊕	⊖
kov	reakt. plyn	iont inertního plynu	elektron
γ ... koeficient odprašování (→ rychlost odprašování)		σ ... koeficient sekundární emise (→ napětí výboje)	

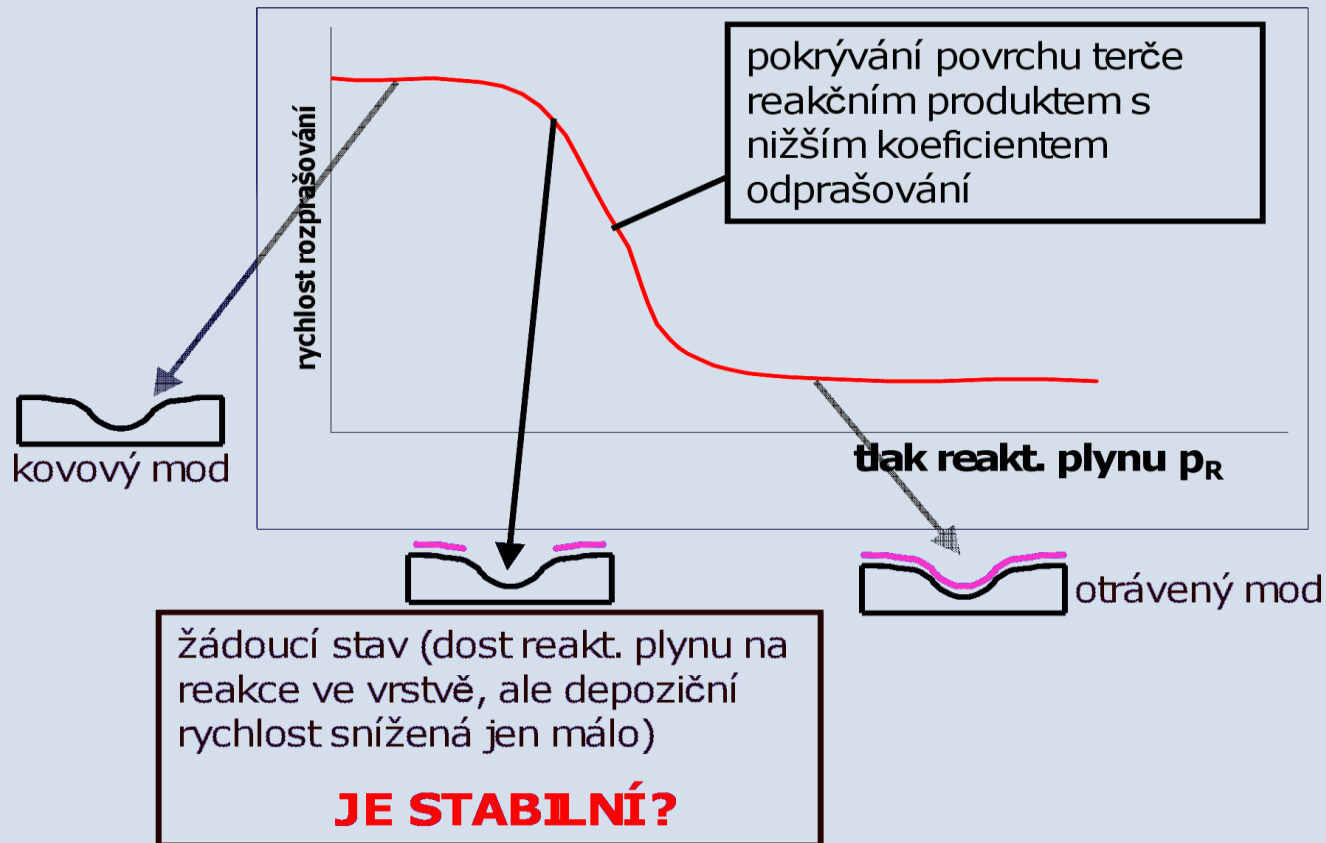


$$\gamma_M > \gamma_R$$

➔ rychlost odprašování v reaktivním modu je mnohem nižší než v kovovém

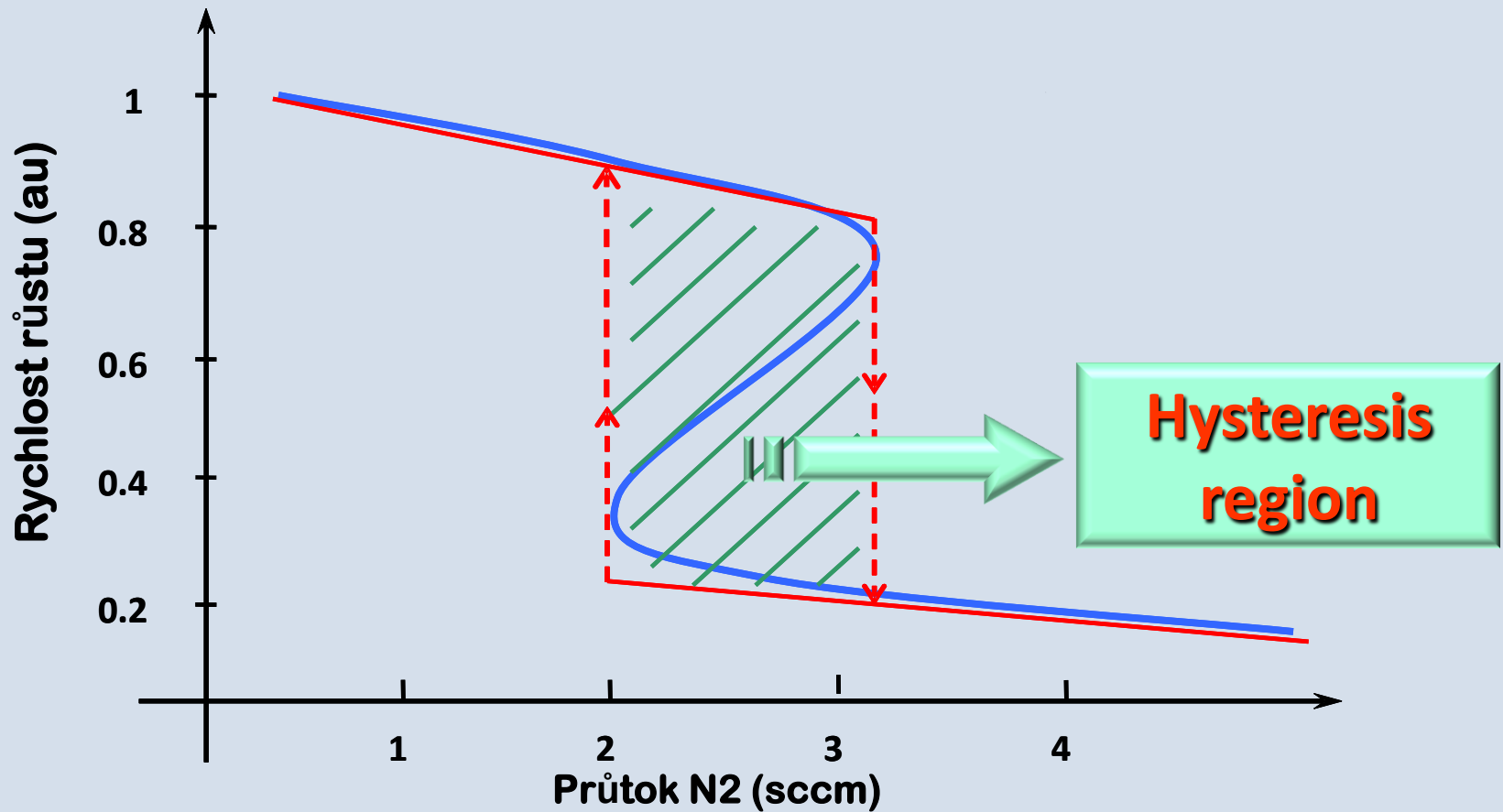
Magnetronové naprašování

➤ princip metody



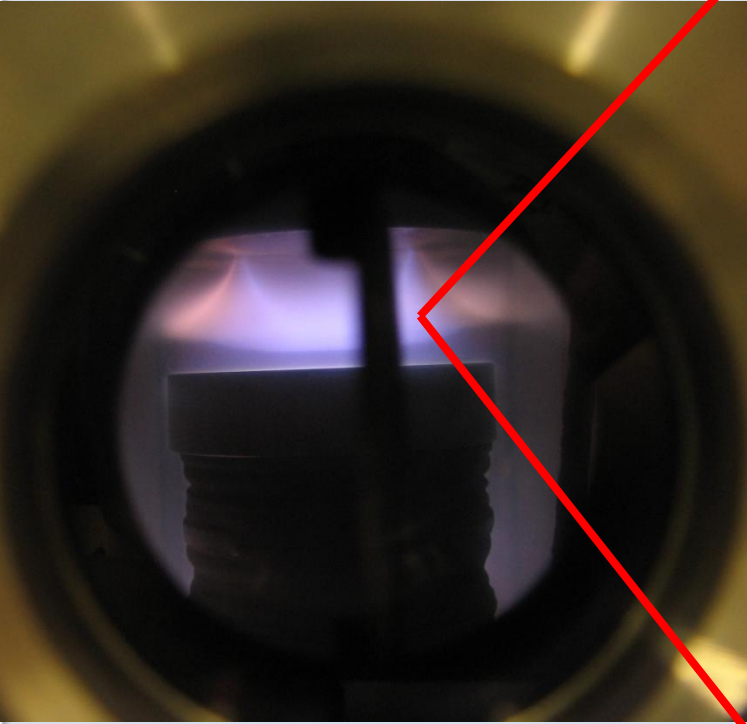
Magnetronové naprašování

➤ princip metody

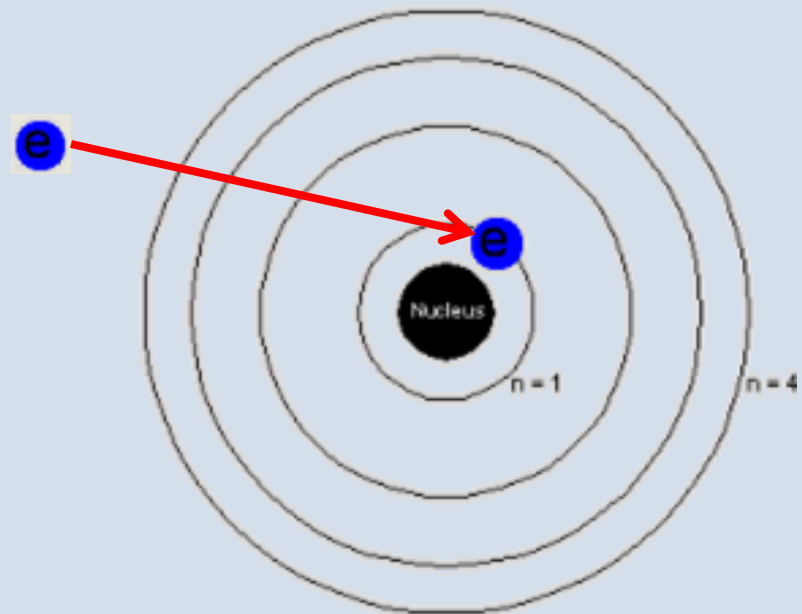


Magnetronové naprašování

- Process monitoring (OES)

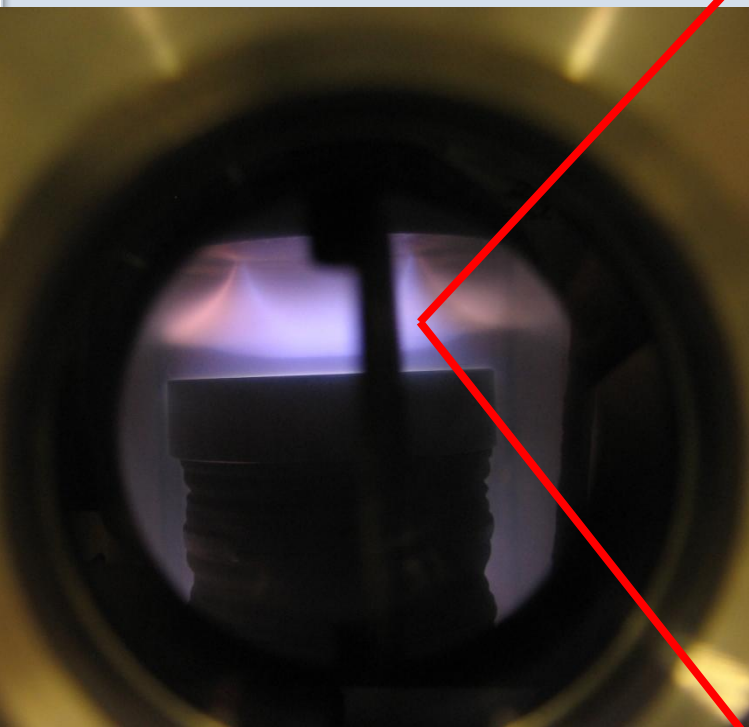


výboj v plazmatu

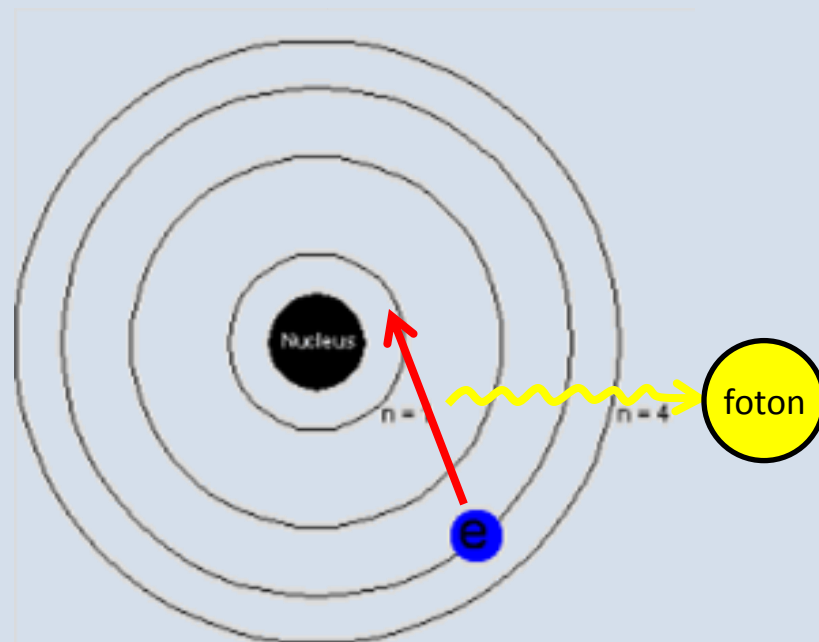


Magnetronové naprašování

- Process monitoring (OES)

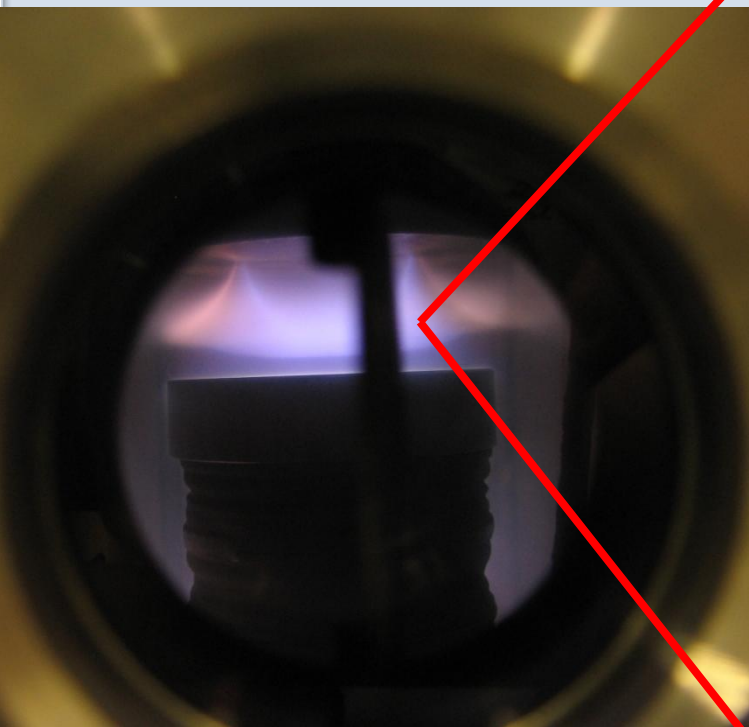


výboj v plazmatu

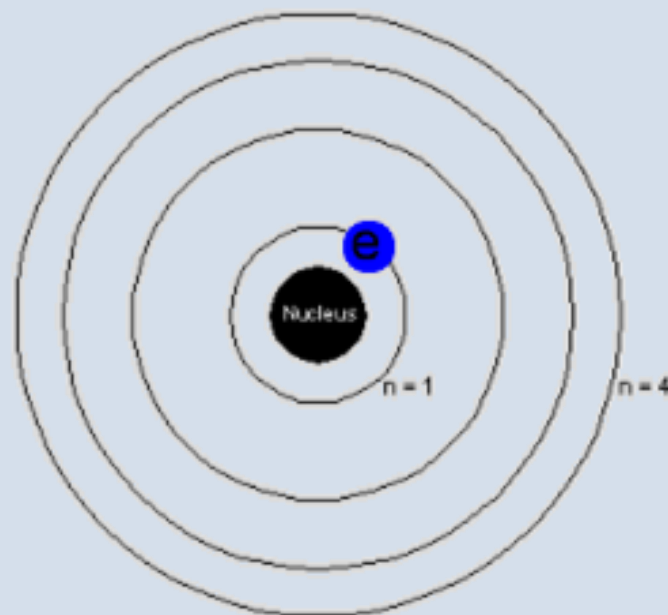


Magnetronové naprašování

- Process monitoring (OES)

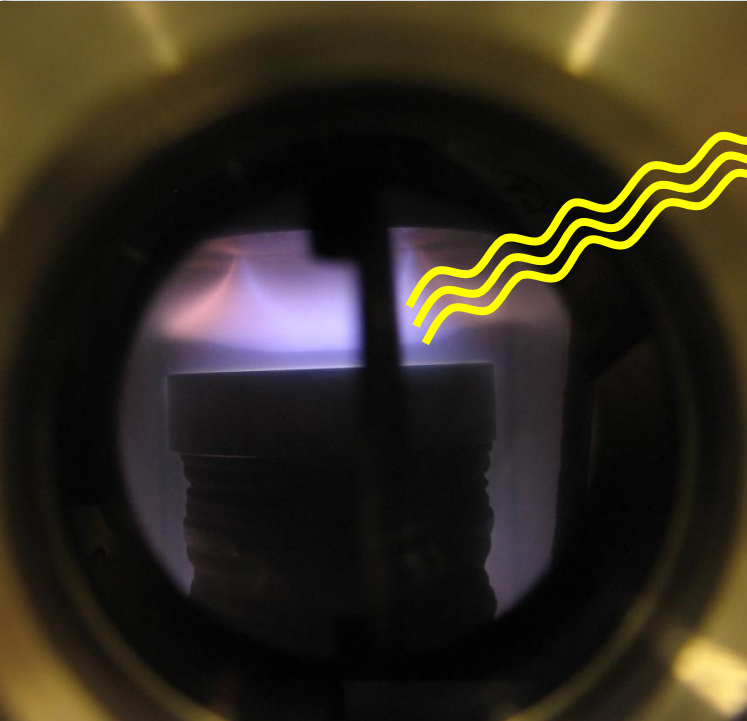


výboj v plazmatu

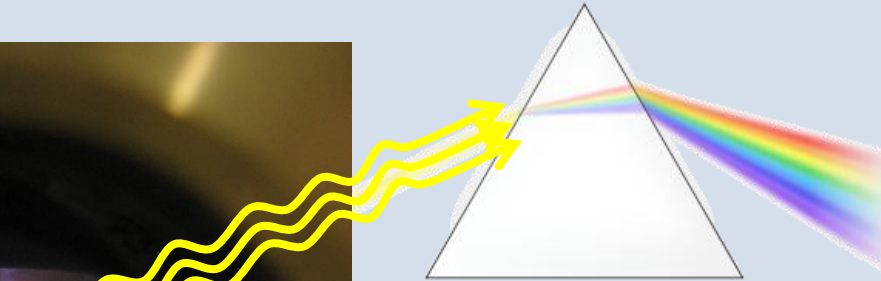


Magnetronové naprašování

➤ Process monitoring (OES)



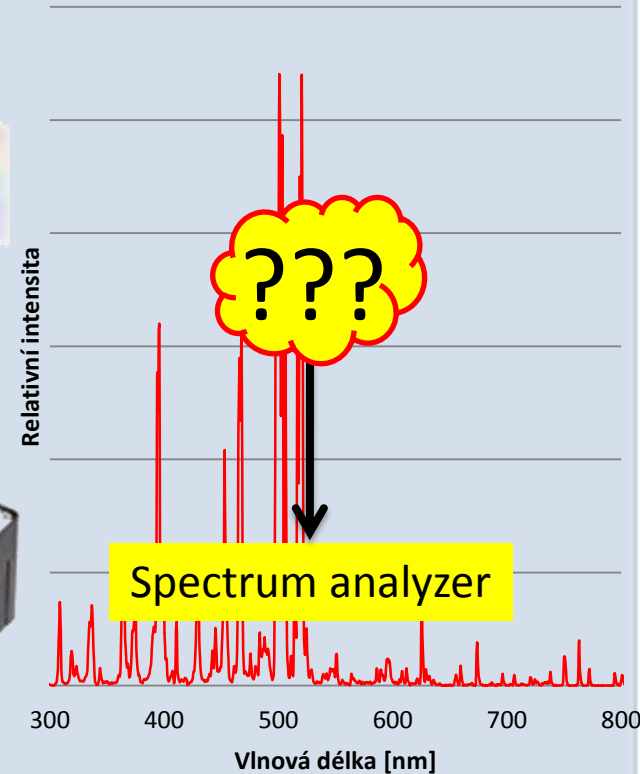
výboj v plazmatu



hranol – rozklad světla

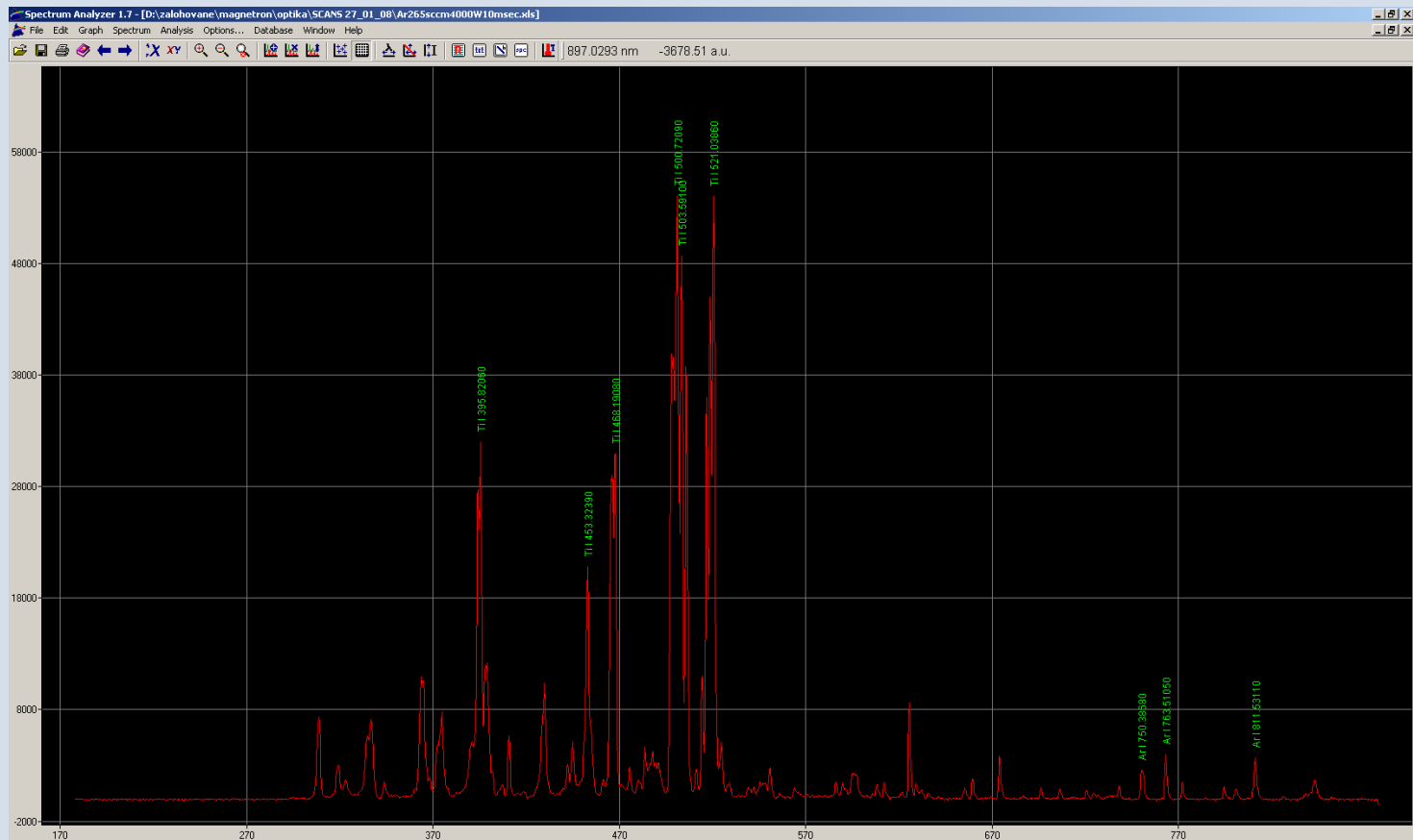


OES-TiAl/Ar



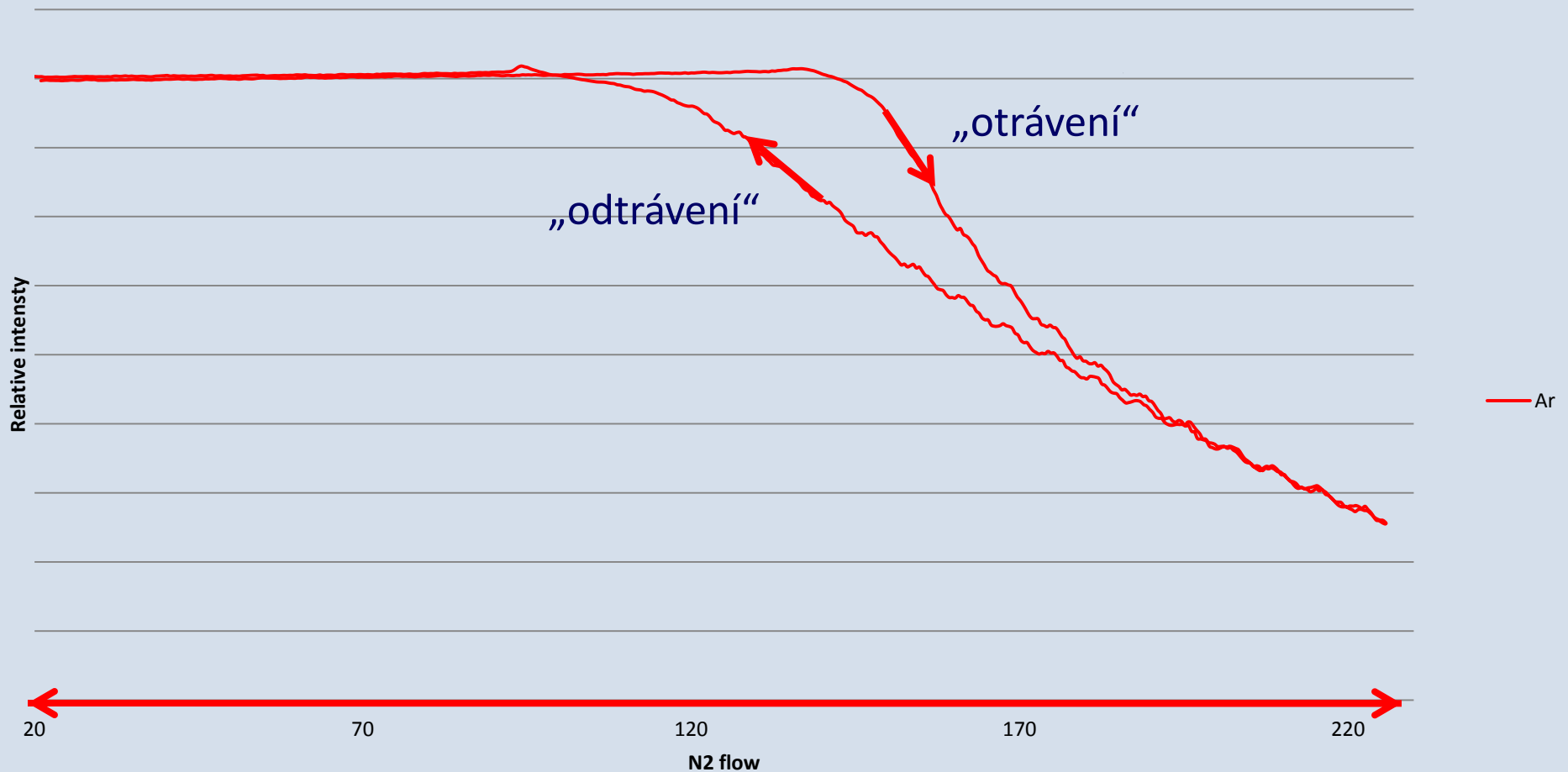
Magnetronové naprašování

➤ OES – Spectrum Analyzer (freeware!)



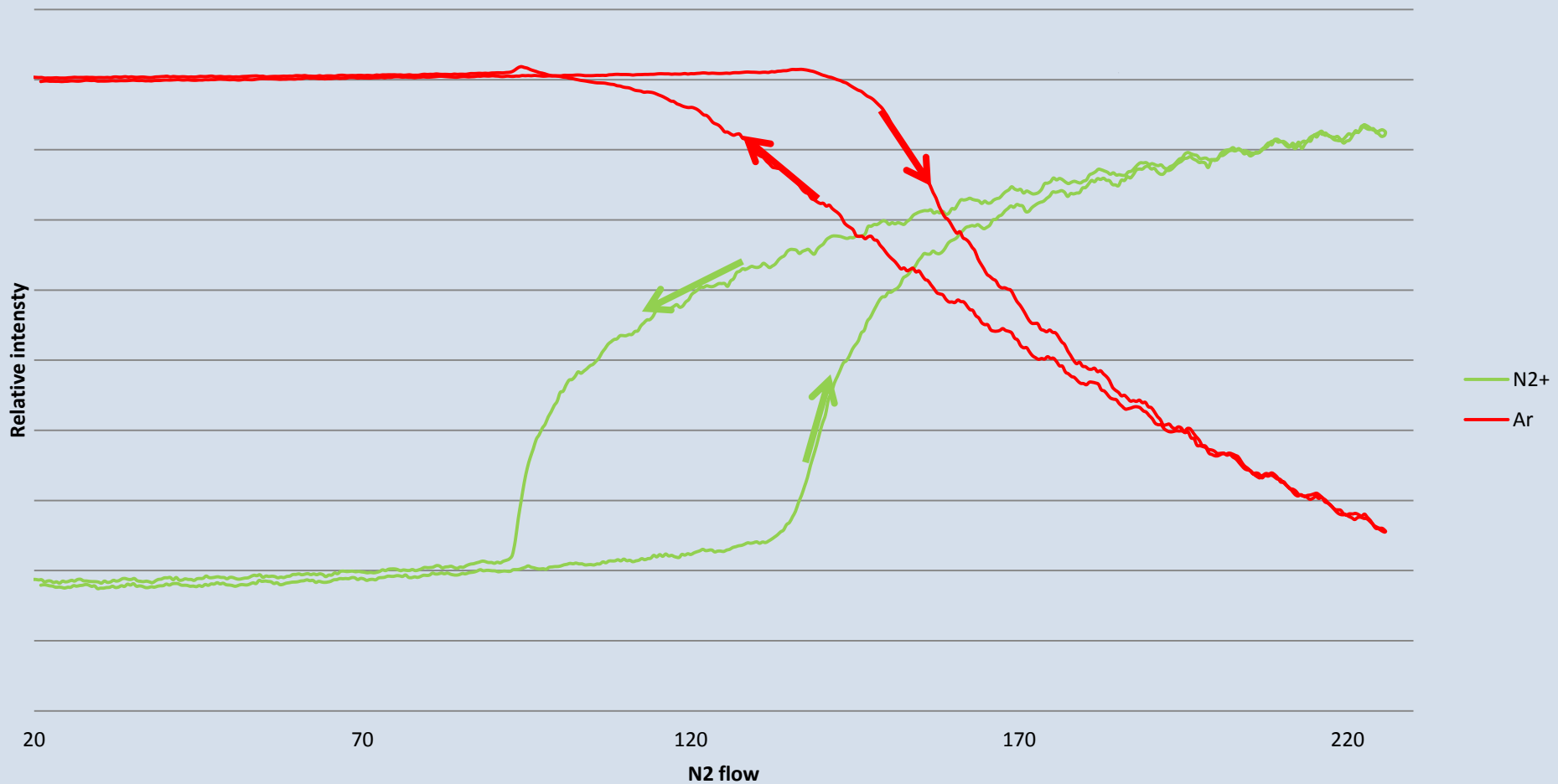
Magnetronové naprašování

➤ OES – Target poisoning



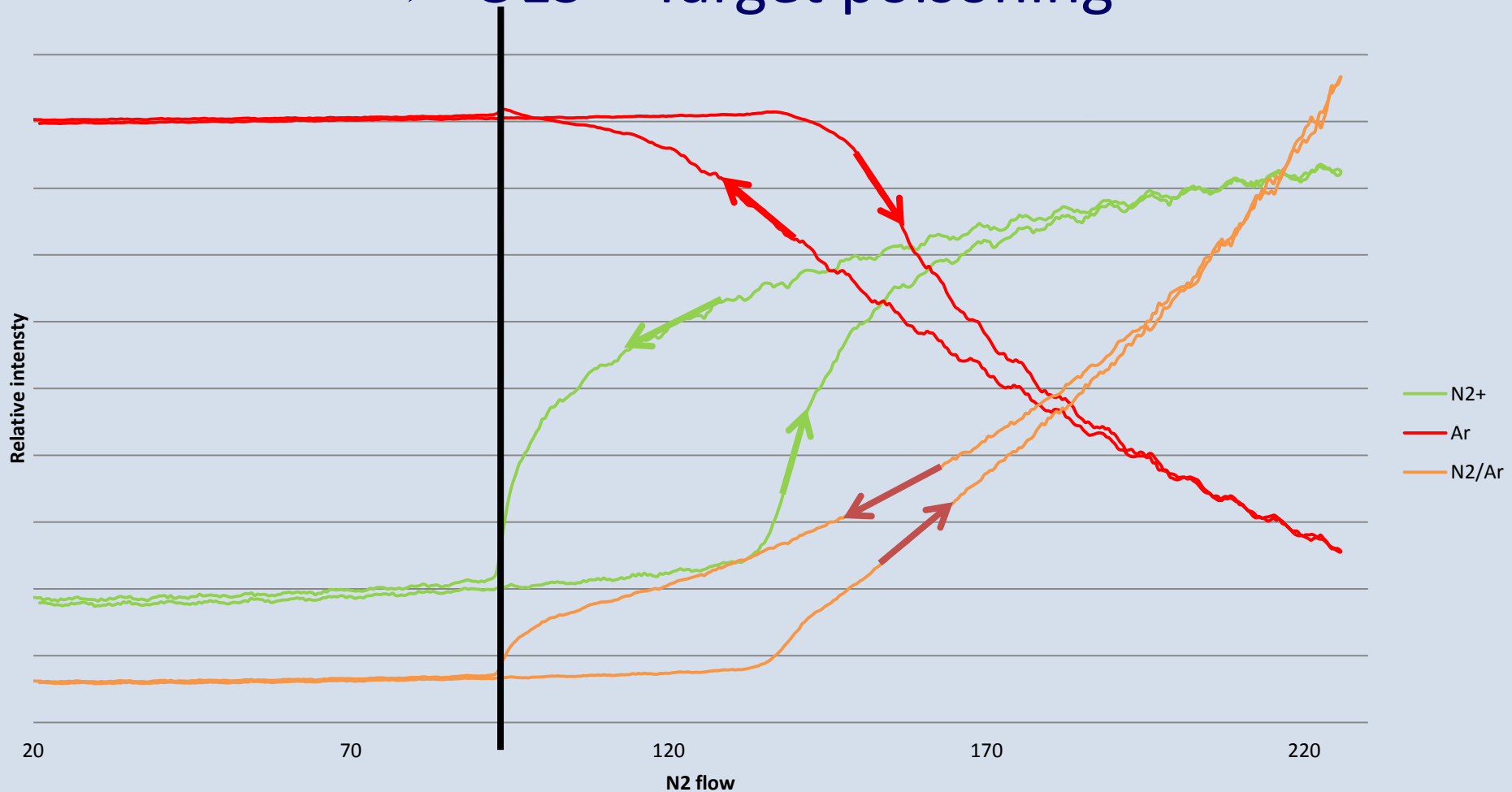
Magnetronové naprašování

➤ OES – Target poisoning



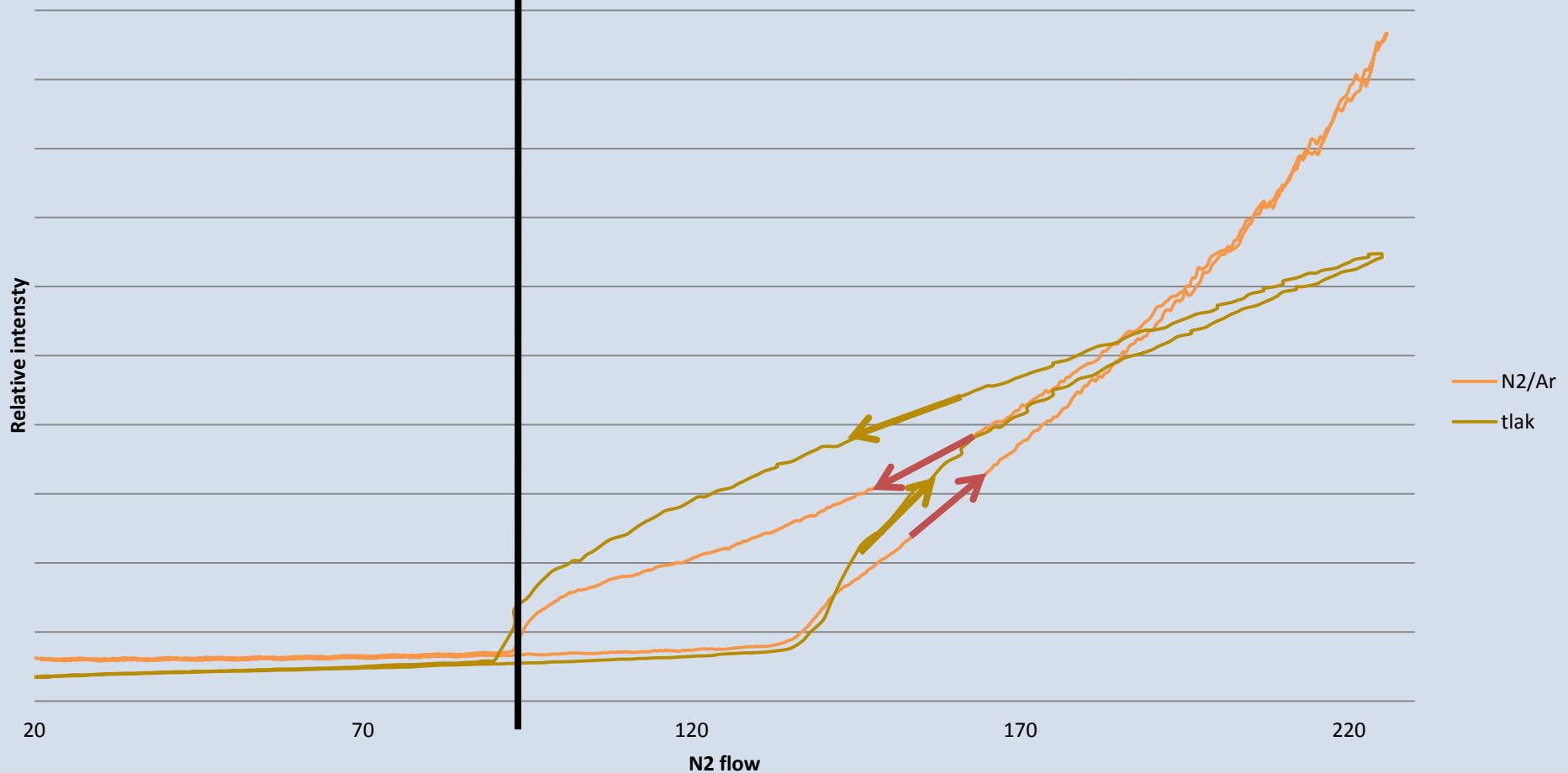
Magnetronové naprašování

➤ OES – Target poisoning



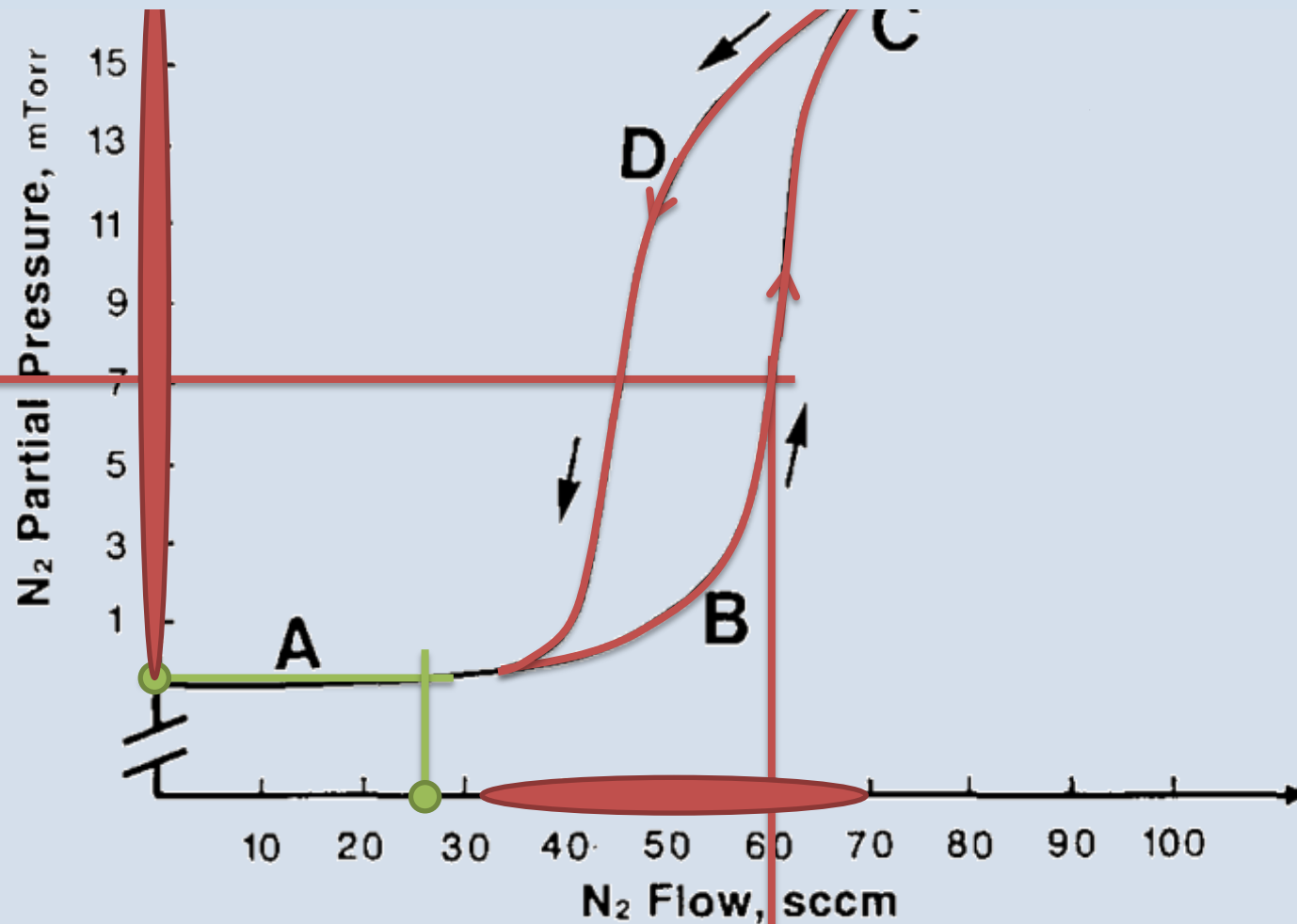
Magnetronové naprašování

➤ OES – Target poisoning



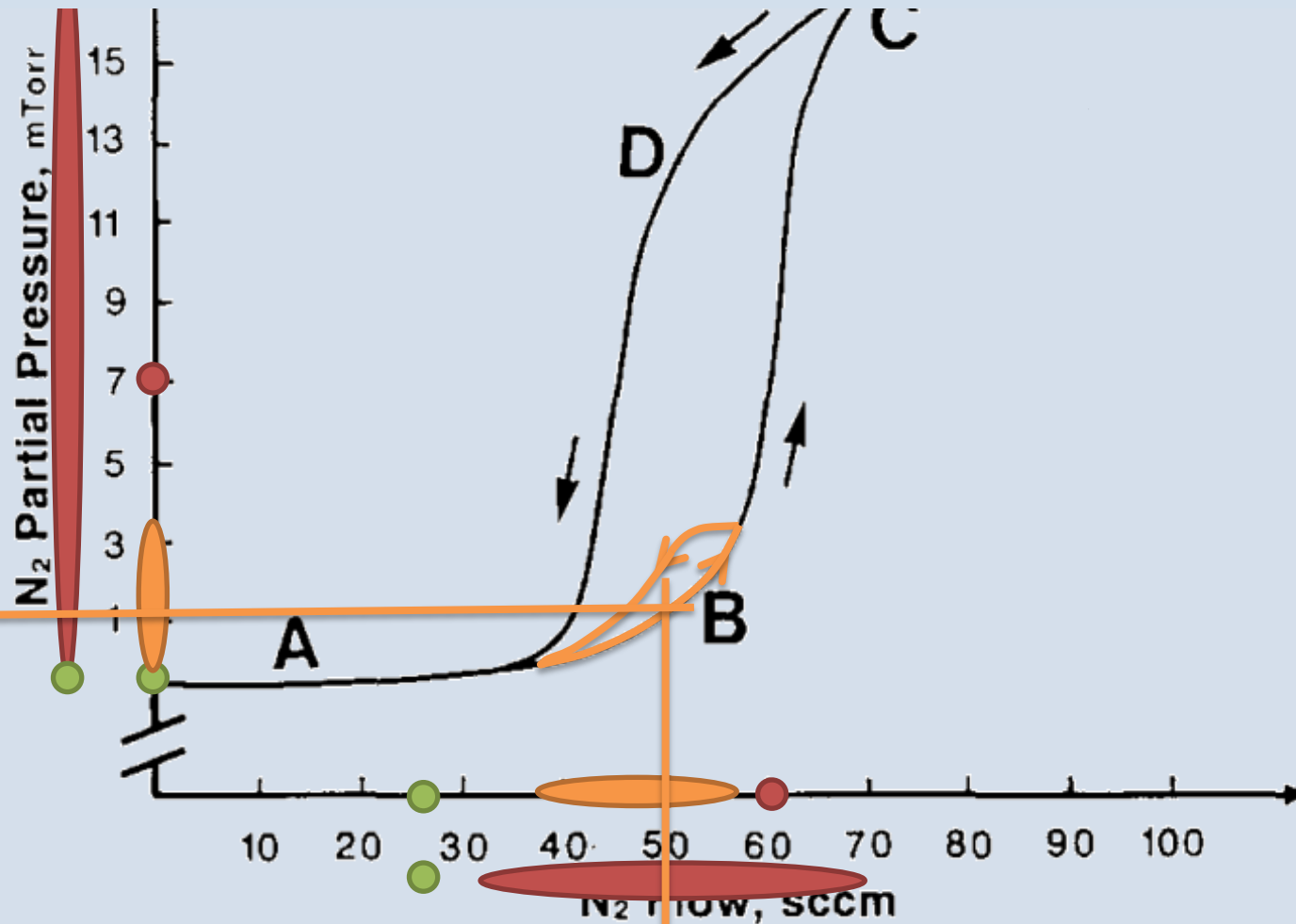
Magnetronové naprašování

➤ Algoritmus regulace



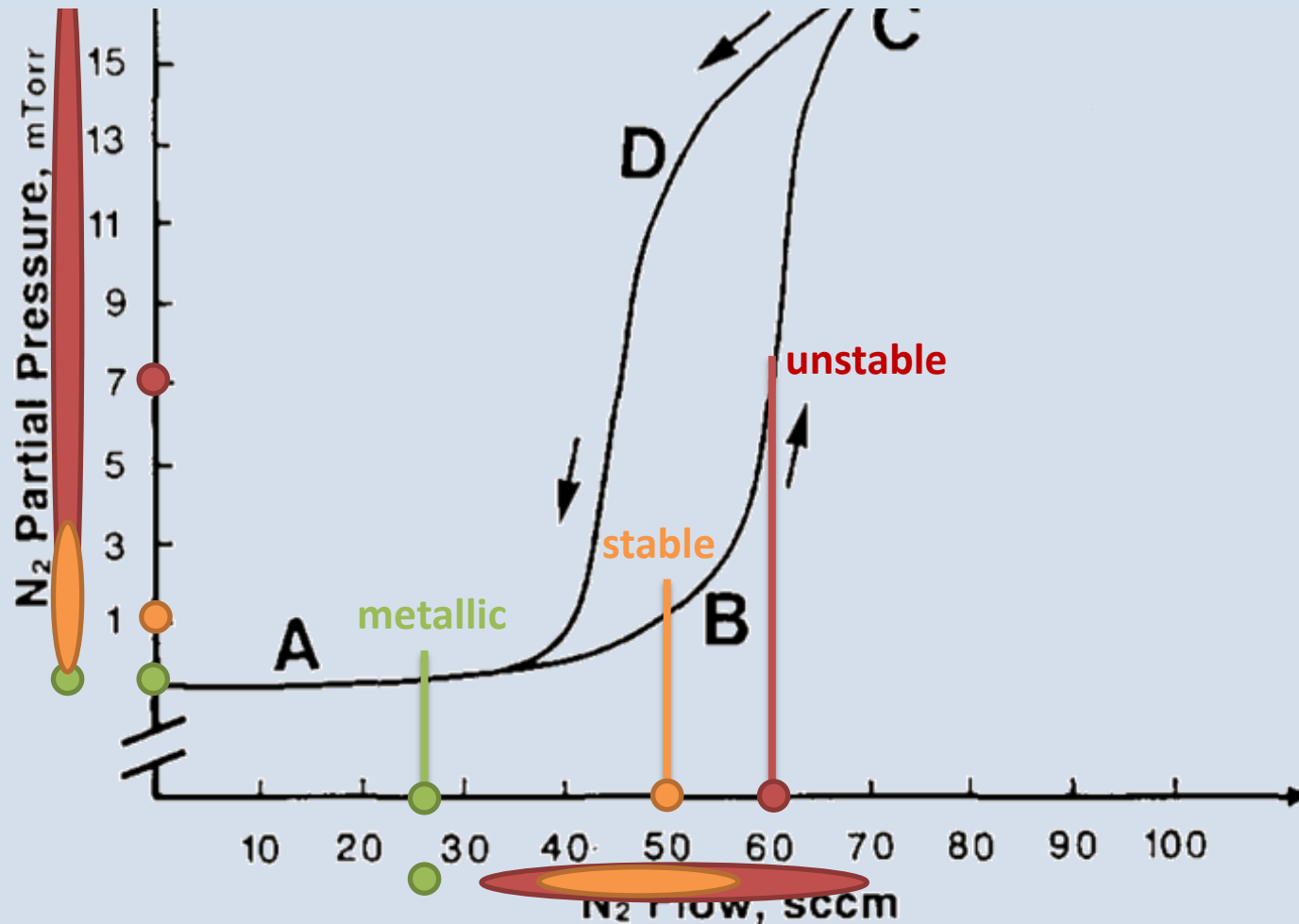
Magnetronové naprašování

➤ Algoritmus regulace



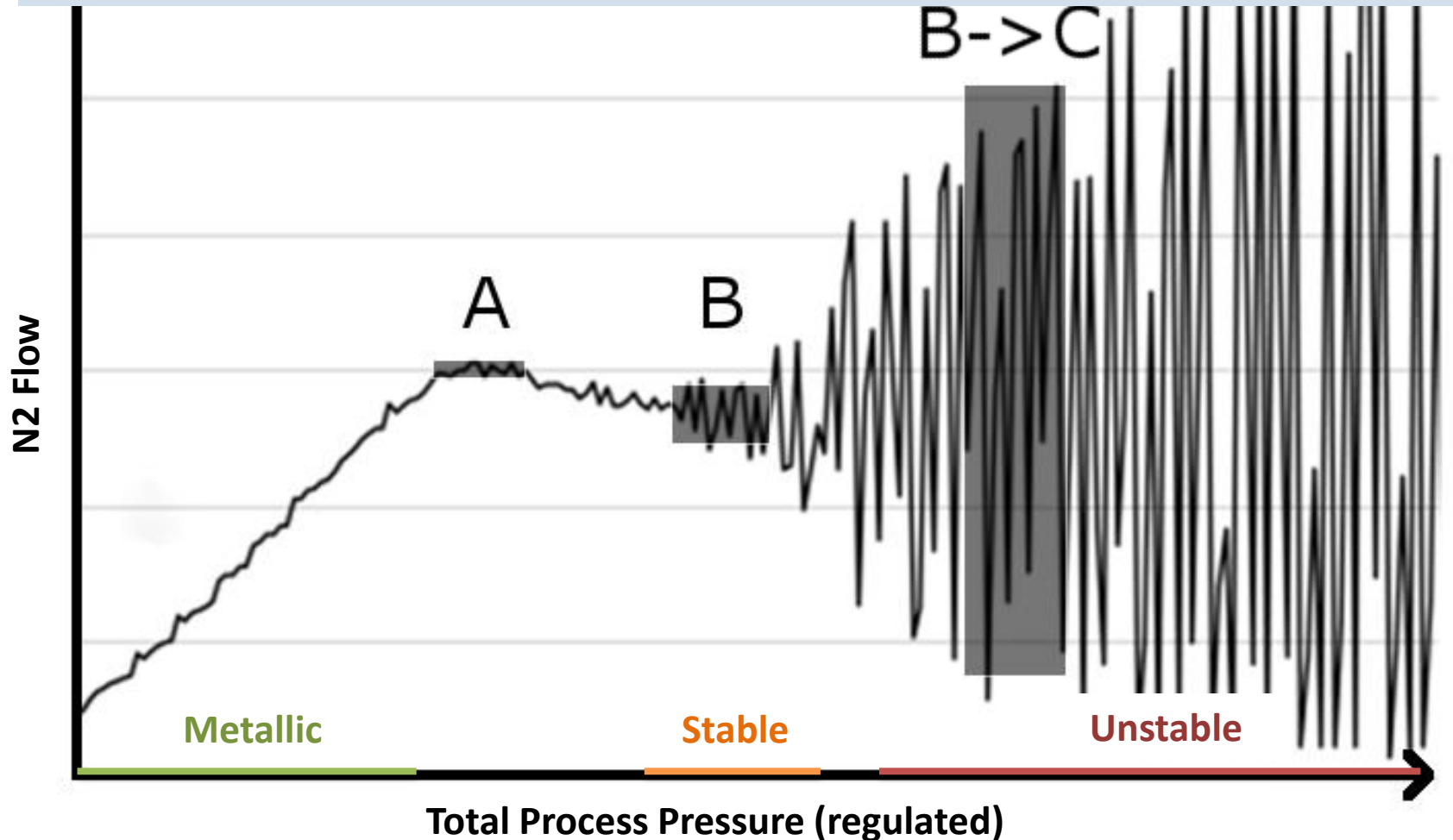
Magnetronové naprašování

➤ Algoritmus regulace



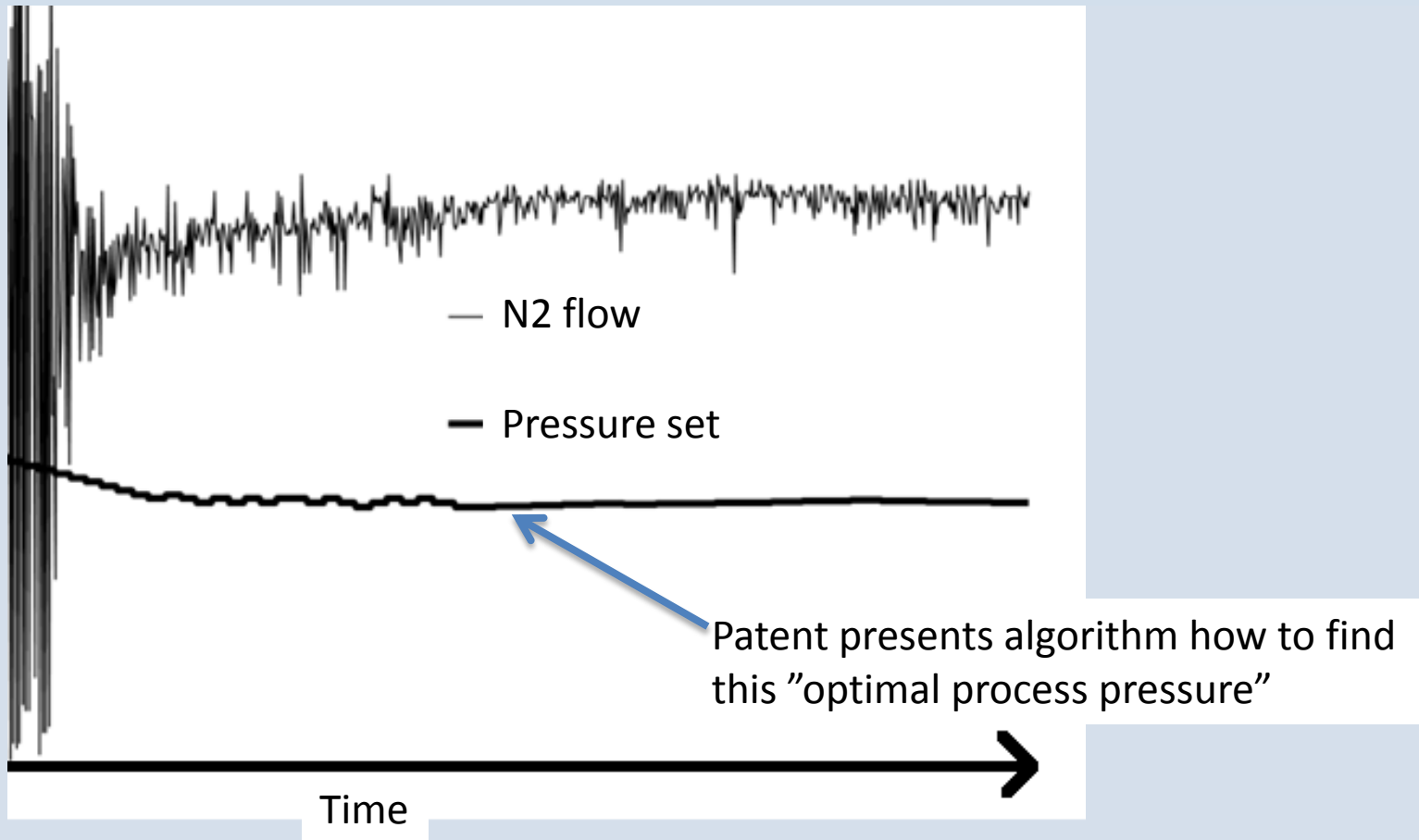
Magnetronové naprašování

➤ Algoritmus regulace



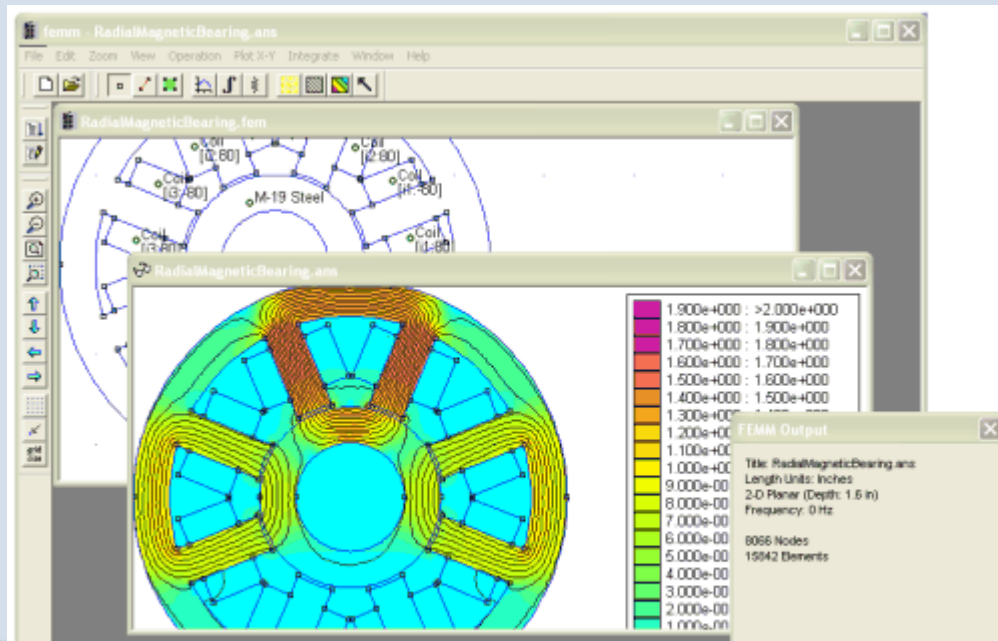
Magnetronové naprašování

➤ Algoritmus regulace



Magnetronové naprašování

➤ vývoj magnetického pole katody



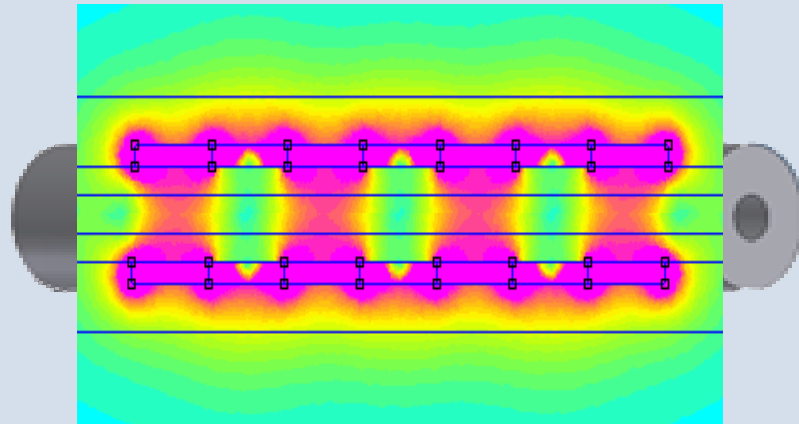
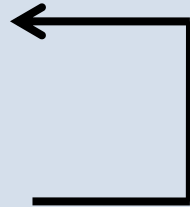
Magnetronové naprašování

- vývoj magnetického pole katody

Myšlenka



Simulace MP (FEMM)



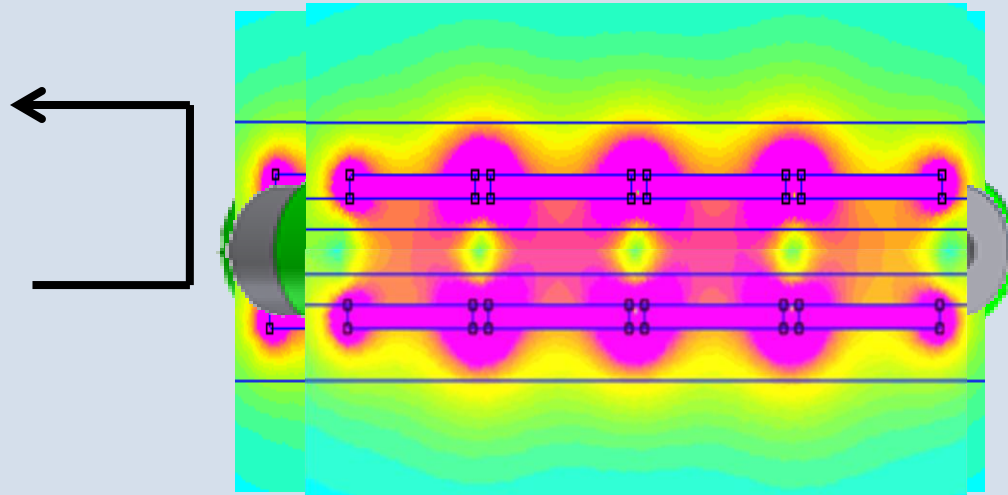
Magnetronové naprašování

- vývoj magnetického pole katody

Myšlenka



Simulace MP (FEMM)



Magnetronové naprašování

➤ vývoj magnetického pole katody



Magnetronové naprašování

➤ vývoj magnetického pole katody

Myšlenka



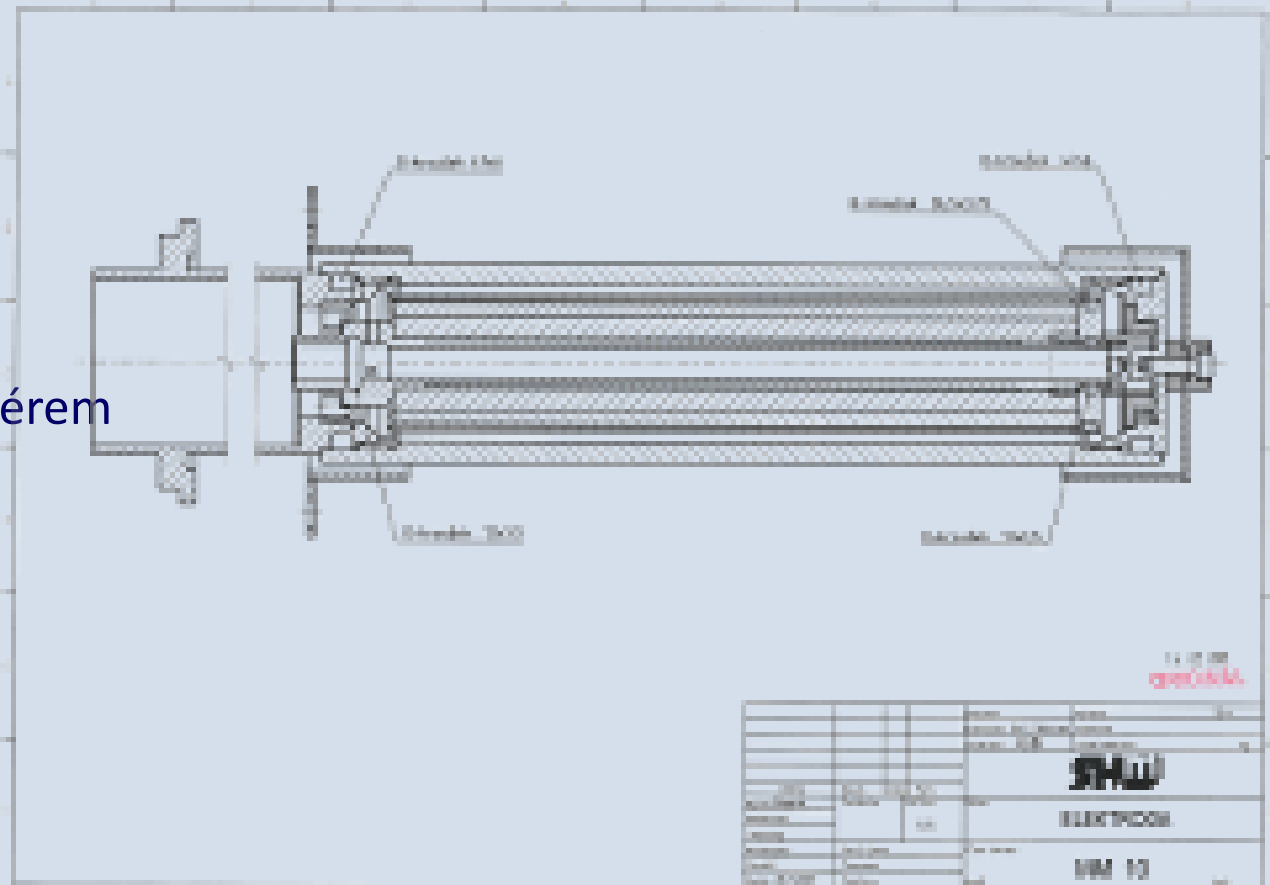
Simulace MP (FEMM)



Konzultace s konstruktérem



Návrh



Magnetronové naprašování

- vývoj magnetického pole katody

Myšlenka



Simulace MP (FEMM)



Konzultace s konstruktérem



Návrh



Výroba - subdodavatel

Magnetronové naprašování

➤ vývoj magnetického pole katody

Myšlenka



Simulace MP (FEMM)



Konzultace s konstruktérem



Návrh



Výroba



Prototyp



Magnetronové naprašování

➤ vývoj magnetického pole katody

Myšlenka



Simulace MP (FEMM)



Konzultace s konstruktérem



Návrh



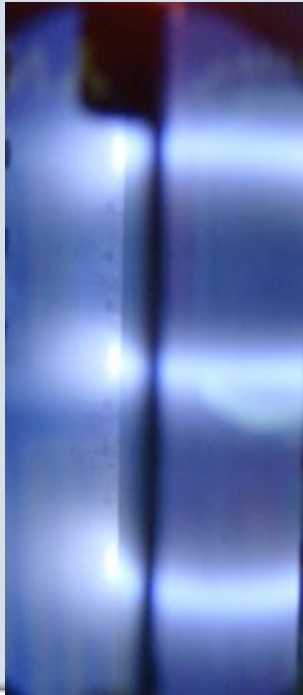
Výroba



Prototyp



Experiment



Magnetronové naprašování

➤ vývoj magnetického pole katody

Myšlenka



Simulace MP (FEMM)



Konzultace s konstruktérem



Návrh



Výroba



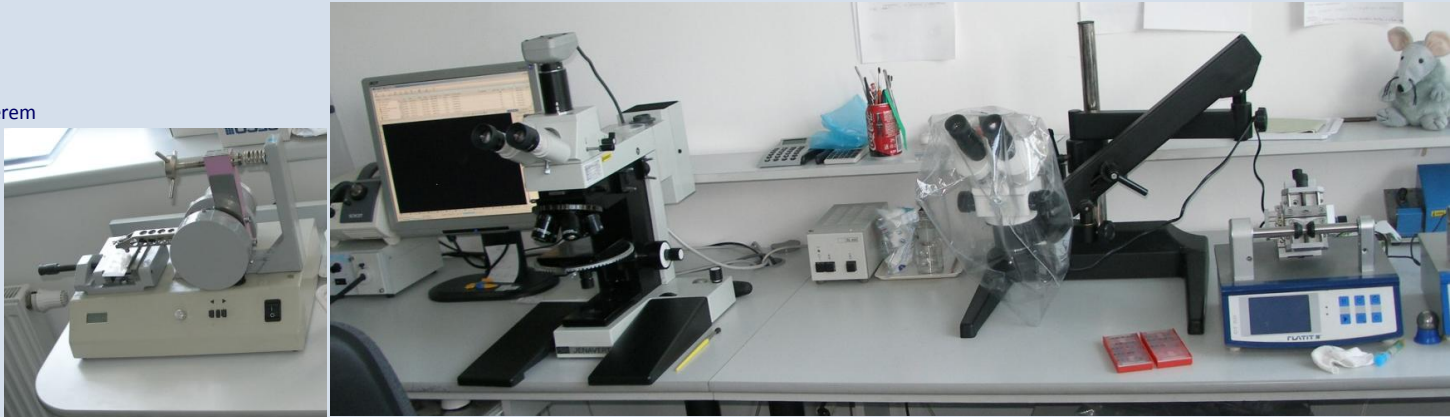
Prototyp



Experiment



Parametry vrstvy -> laboratoř



Magnetronové naprašování

➤ vývoj magnetického pole katody

Myšlenka



Simulace MP (FEMM)



Konzultace s konstruktérem



Návrh



Výroba



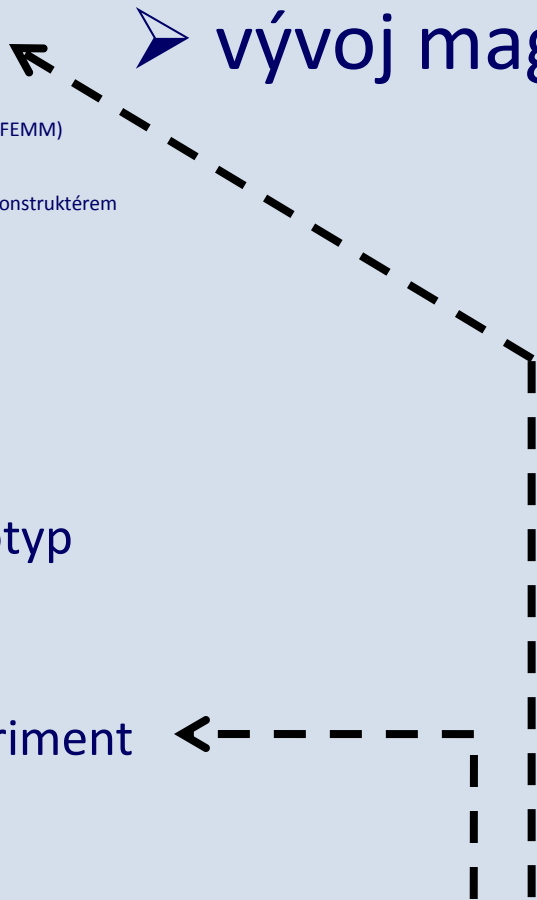
Prototyp



Experiment

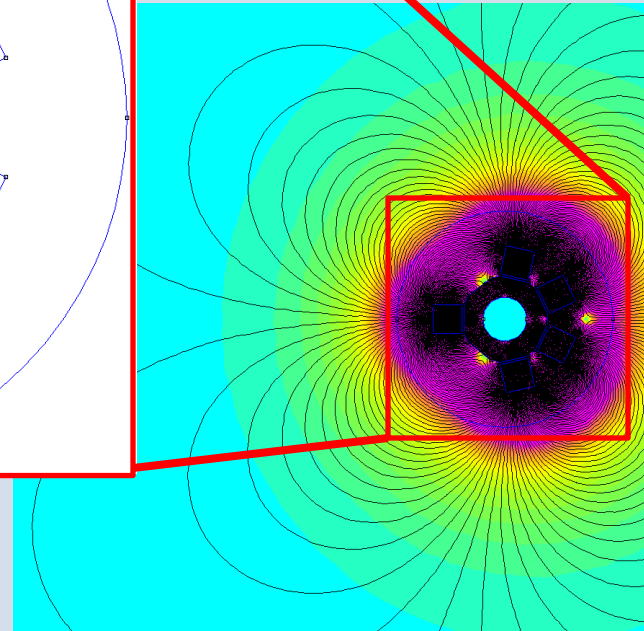
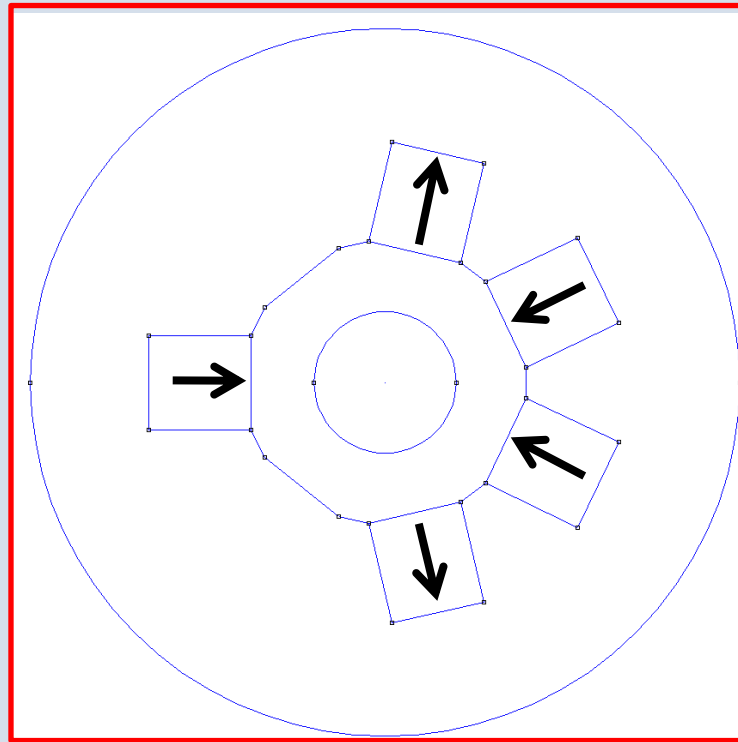
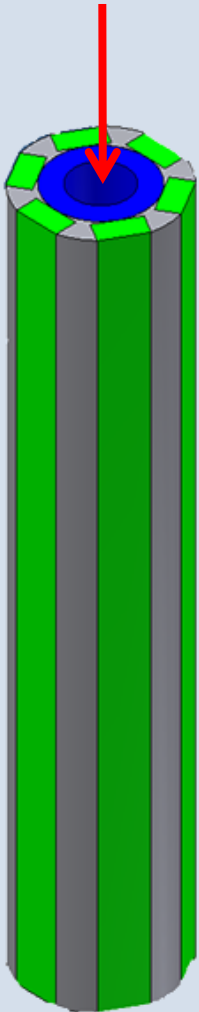


Parametry vrstvy -> laboratoř



Magnetronové naprašování

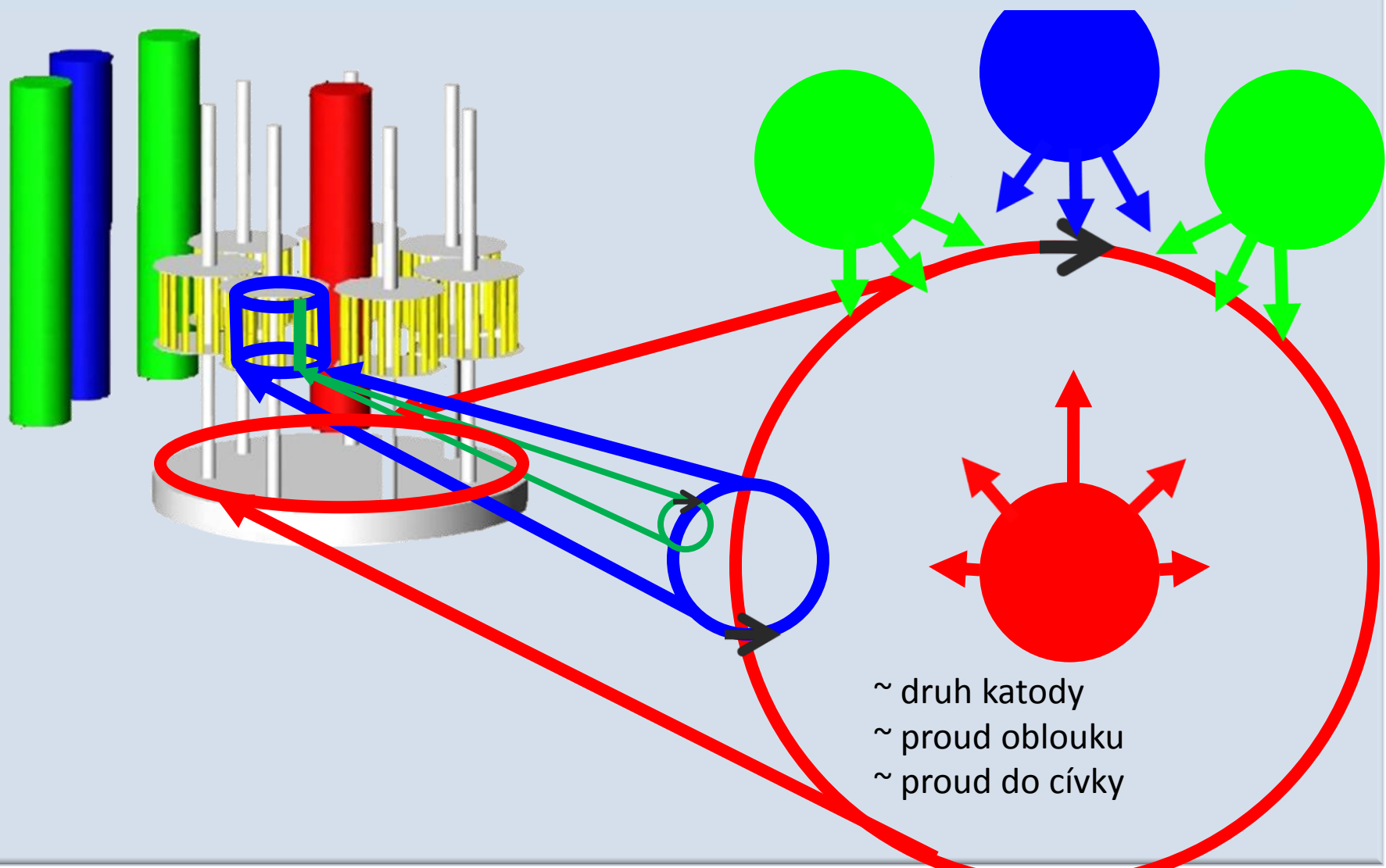
- vývoj magnetického pole katody



Počítačová simulace procesu

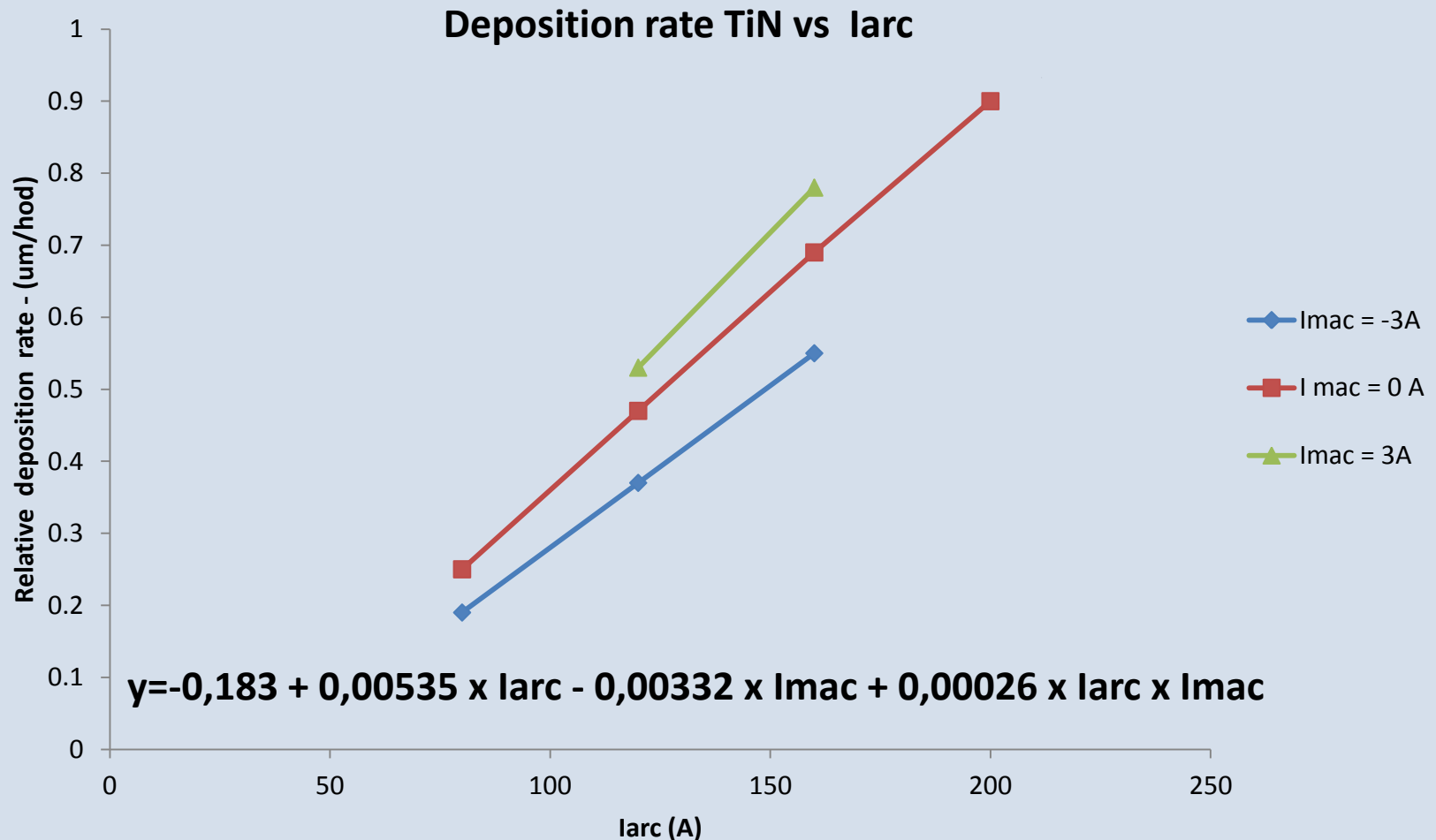
- data z depozic
- popis algoritmu
- postprocessing
- praktické využití

Počítačová simulace procesu



Počítačová simulace procesu

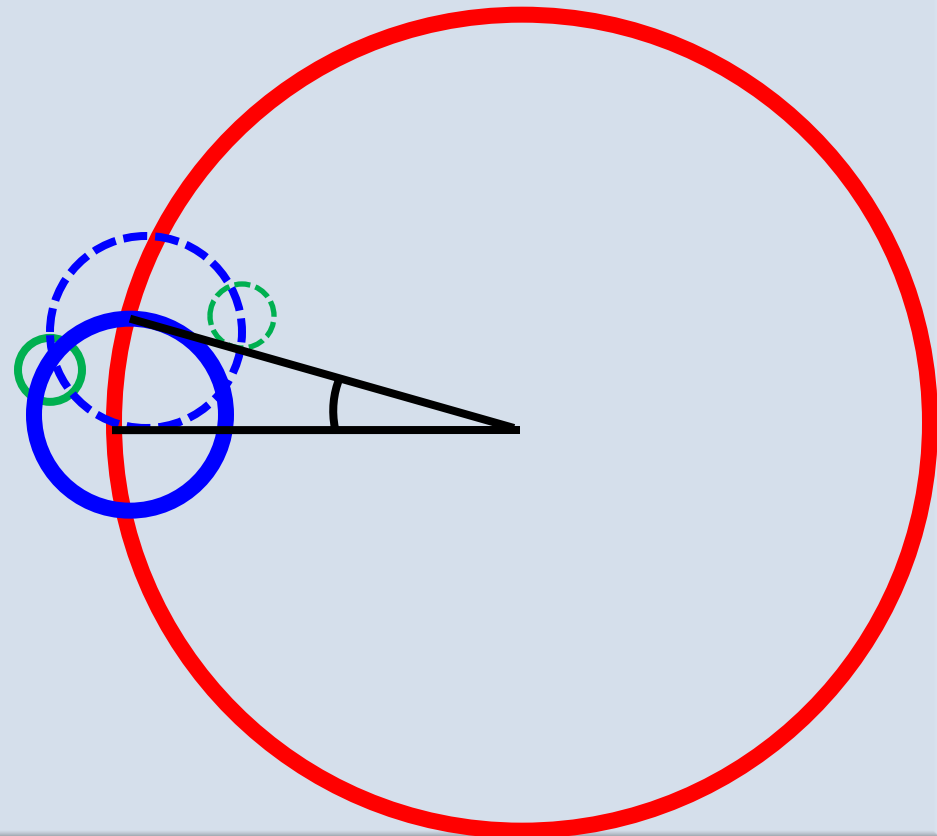
➤ Data z depozic



Počítačová simulace procesu

➤ Popis algoritmu

1. pohyb – rotace ($\sim 1^\circ$)

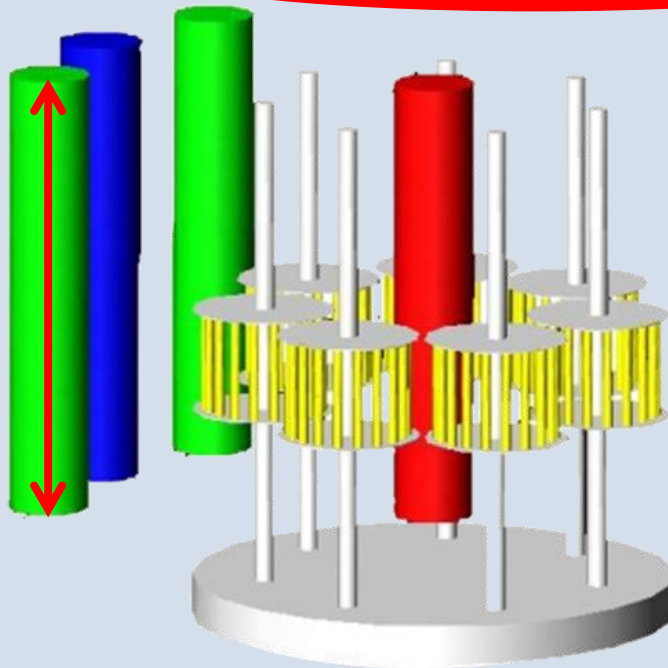


Počítačová simulace procesu

➤ Popis algoritmu

1. pohyb – rotace ($\sim 1^\circ$)

2. Monte Carlo – depozice ($\sim 10\,000x$)



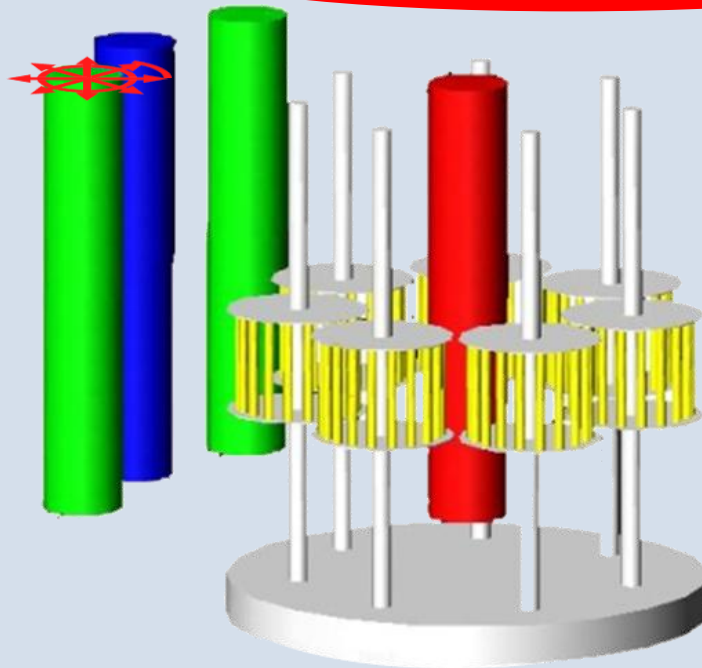
$h = \text{random}(\text{min}, \text{hmax})$

Počítačová simulace procesu

➤ Popis algoritmu

1. pohyb – rotace ($\sim 1^\circ$)

2. Monte Carlo – depozice



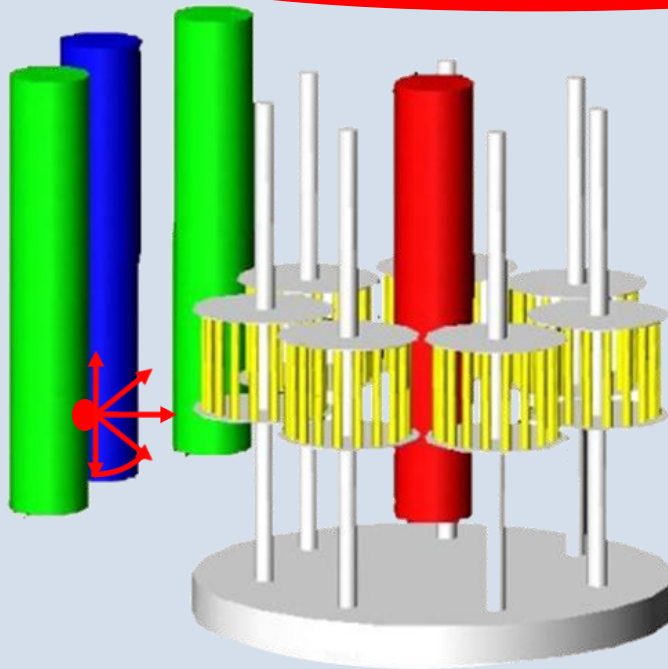
$$\phi = \text{random}(0, 2\pi)$$

Počítačová simulace procesu

➤ Popis algoritmu

1. pohyb – rotace ($\sim 1^\circ$)

2. Monte Carlo – depozice



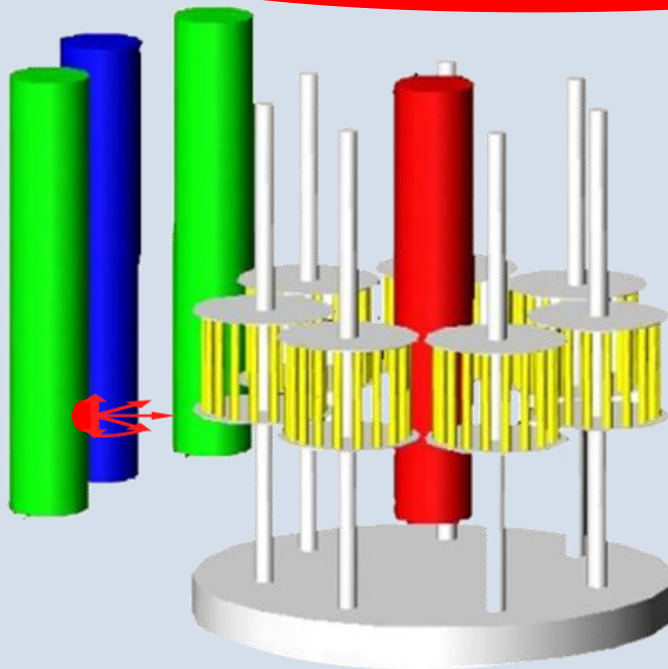
$$\alpha = \text{random}(0, \pi)$$

Počítačová simulace procesu

➤ Popis algoritmu

1. pohyb – rotace ($\sim 1^\circ$)

2. Monte Carlo – depozice



$\alpha = \text{random}(0, \pi)$

$\beta = \text{random}(0, \pi)$

Počítačová simulace procesu


➤ Popis algoritmu

1. pohyb – rotace ($\sim 1^\circ$)
2. Monte Carlo – depozice

jedn hodinový proces \rightarrow 1 hodina simulace (3GHz IntelCore2Duo)

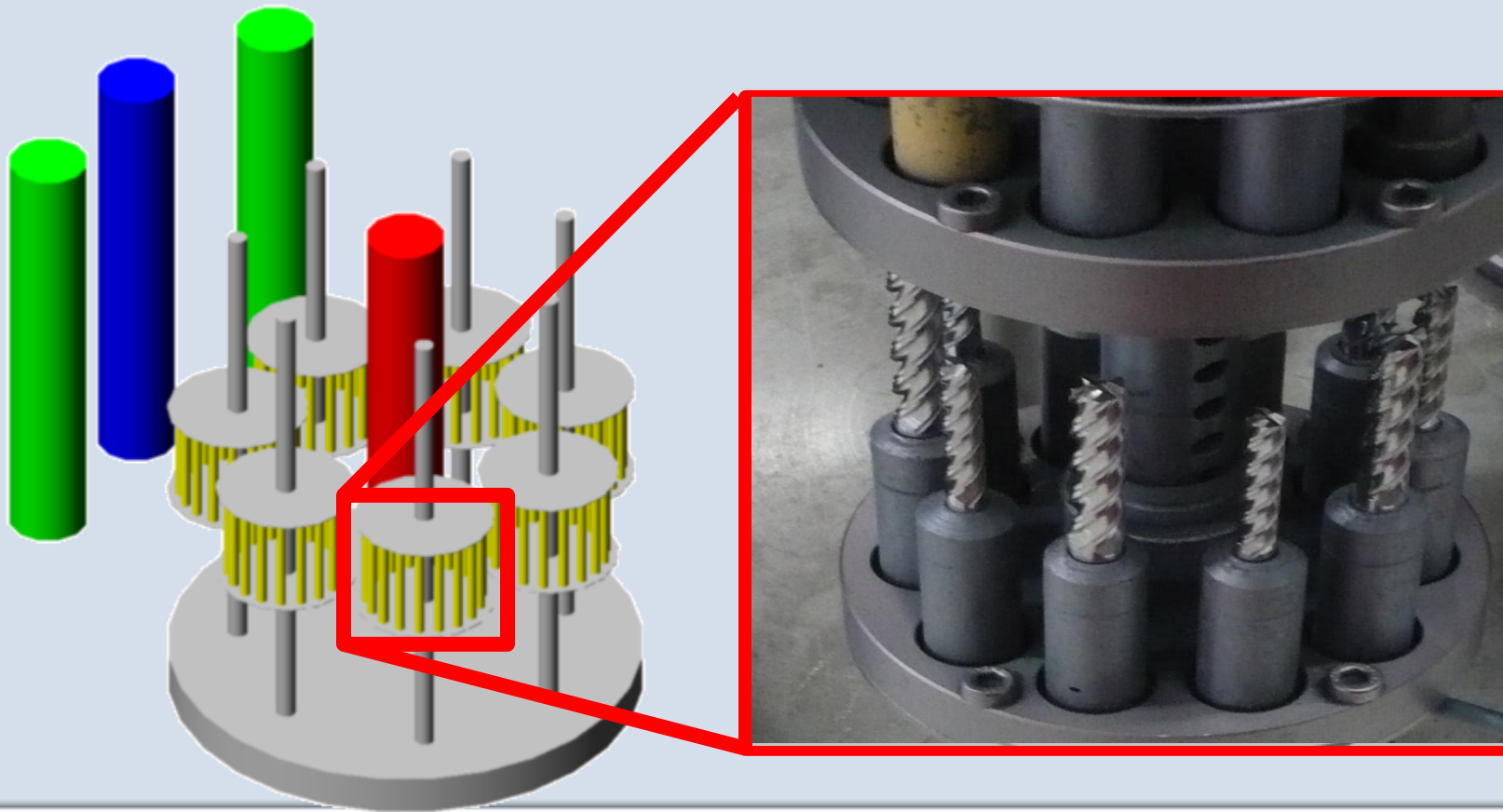
Start



	Mid_sym	Door1	Door2	Door3					
Pi300_novex	0	75	150	75					
KM3									
PM	Průměr	Výška	Test	Typ řezu	Výška řezu	Stejně	Rychlost otáčení:	5	(ot/min)
1. vzorek	221	400	<input checked="" type="checkbox"/>	Horizontal	200	<input type="checkbox"/>	Doba procesu:	60	(min)

Počítačová simulace procesu

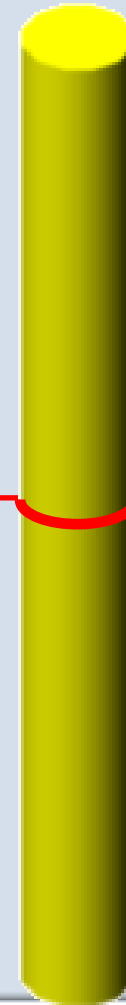
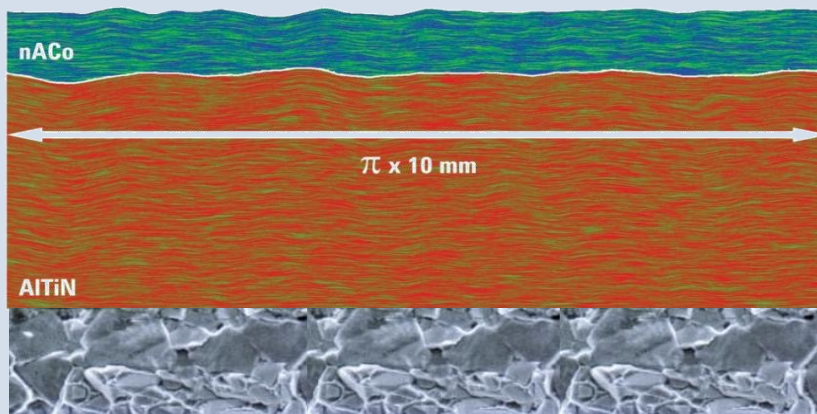
➤ Postprocessing



Počítačová simulace procesu

➤ Postprocessing

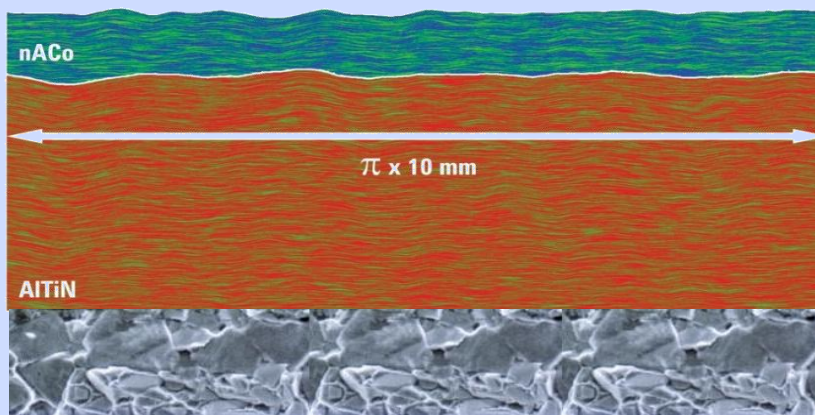
vodorovný řez



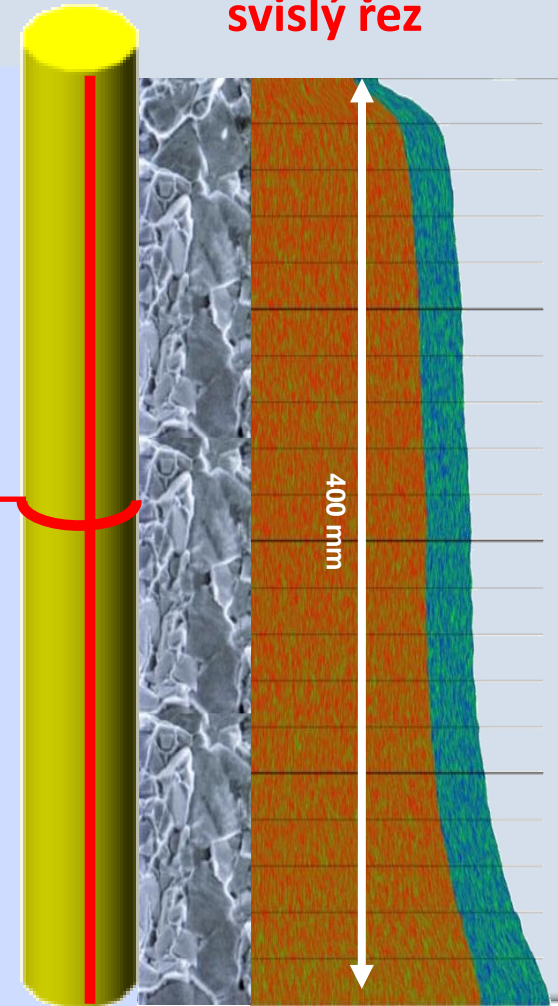
Počítačová simulace procesu

➤ Postprocessing

vodorovný řez



svislý řez



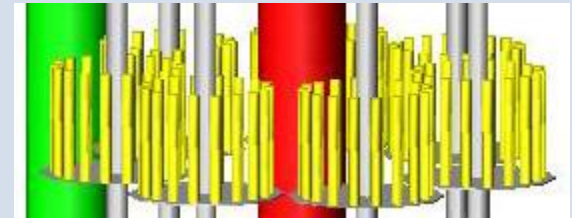
Počítačová simulace procesu

➤ Praktické využití – různá naložení

Vzdálenost
=
10mm



Vzdálenost
=
20mm

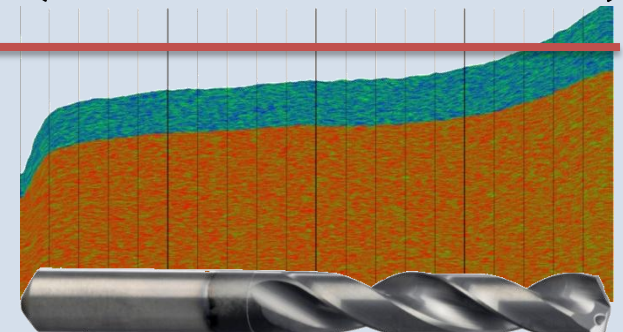
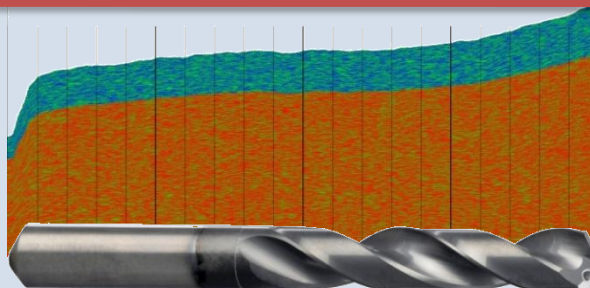
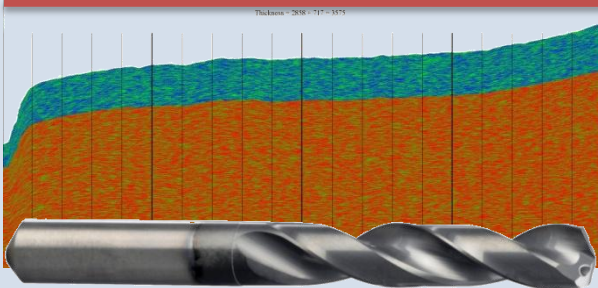


Bez krytů-> Vzdálenost = ∞

Délka nástroje = 100mm

Délka nástroje = 100mm

Délka nástroje = 100mm



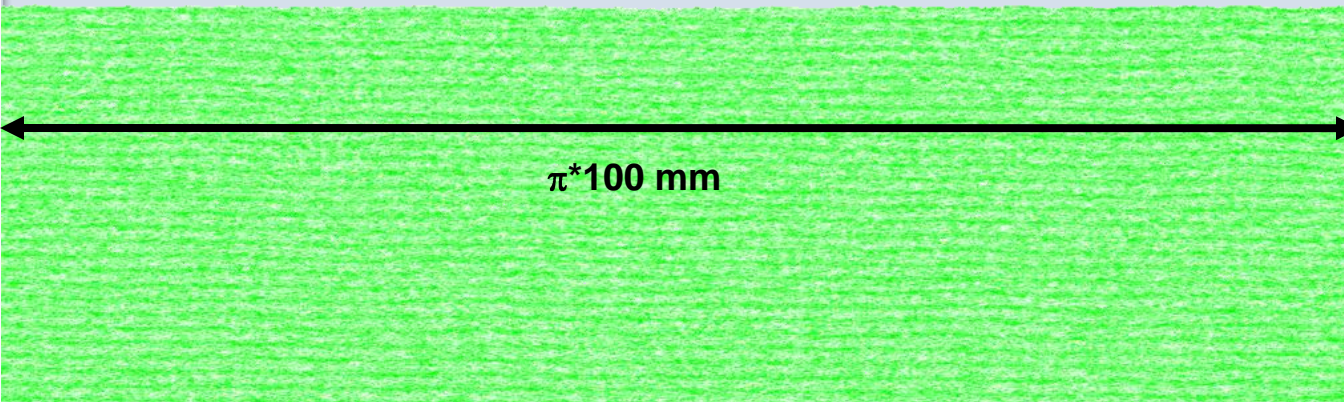
Tloušťka vrstvy na konci nástroje
= 4,1 nm

Tloušťka vrstvy na konci nástroje
= 4,4 nm

Tloušťka vrstvy na konci nástroje
= 5,0 nm

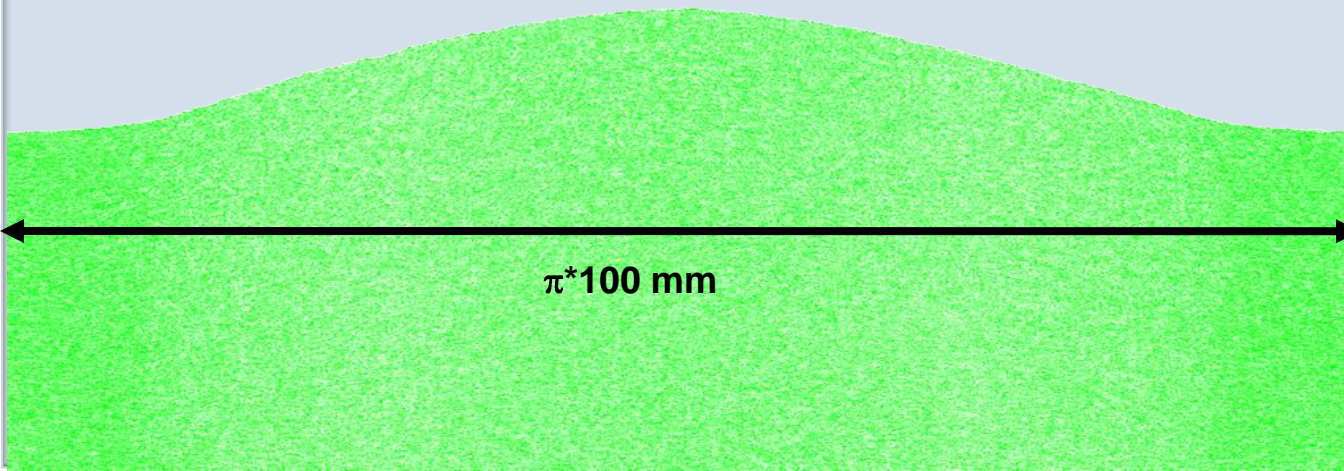
Počítačová simulace procesu

- Praktické využití – nevhodné převodové poměry



X

Tvorba „multivrstev“



X

Nerovnoměrná
distribuce po obvodu

Děkujeme za pozornost