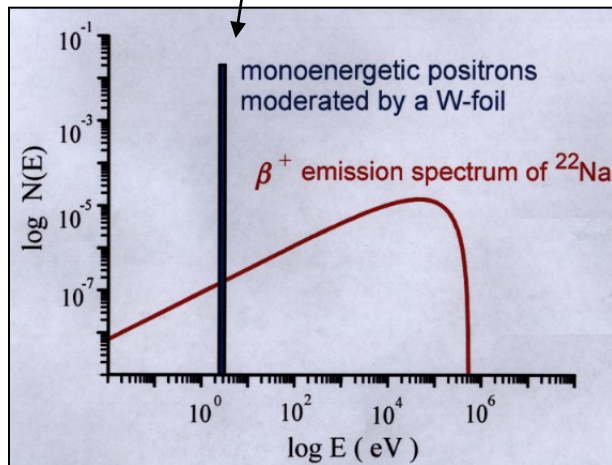


# Svazek pomalých pozitronů

- pozitrony emitované  $\beta^+$  zářičem

moderované pozitrony



- střední hloubka průniku  $\int_0^{\infty} z P(z) dz = \frac{1}{\alpha}$

Příklad:

$$\text{Mg: } \alpha^{-1} = 154 \mu\text{m}$$

$$\text{Al: } \alpha^{-1} = 99 \mu\text{m}$$

$$\text{Cu: } \alpha^{-1} = 30 \mu\text{m}$$

- pravděpodobnost, že pozitron pronikne do hloubky  $z$   $P(z) = \alpha e^{-\alpha z}$

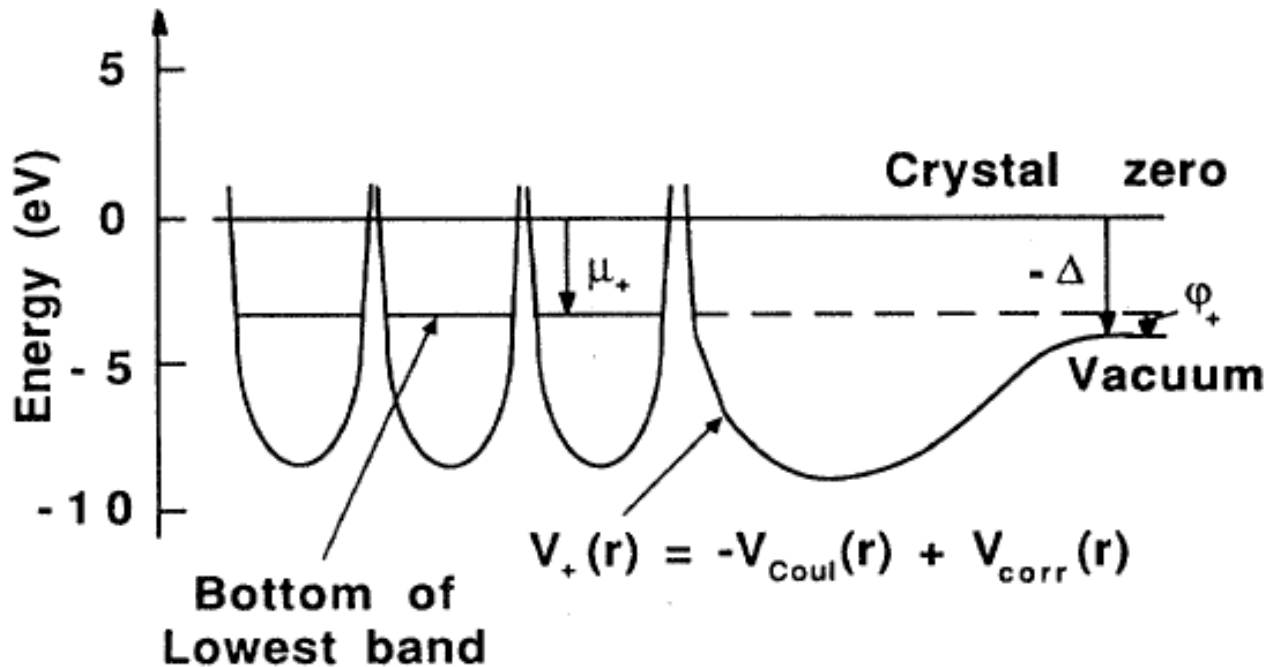
$$\alpha [\text{cm}^{-1}] = 16 \frac{\rho [\text{g cm}^{-3}]}{E_{\text{max}}^{1.4} [\text{MeV}]}$$

$\rho$  – hustota materiálu

$$E_{\text{max}} = 0.545 \text{ MeV} \quad (\text{pro } ^{22}\text{Na})$$

# Moderátor pozitronů

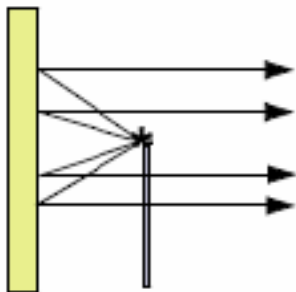
Výstupní práce pozitronu



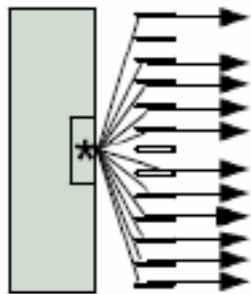
materiál	$\phi_+$
Al (100)	-0.16(3)
Al (111)	0.065(3)
Cr (100)	-1.76(5)
W (100)	-3.0(1)
W (110)	-3.0(2)
Ne	0.61(1)
Ar	1.55(5)

# Moderátor pozitronů

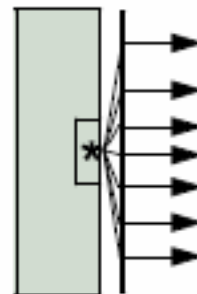
některé geometrie moderátorů pozitronů



zpětný rozptyl



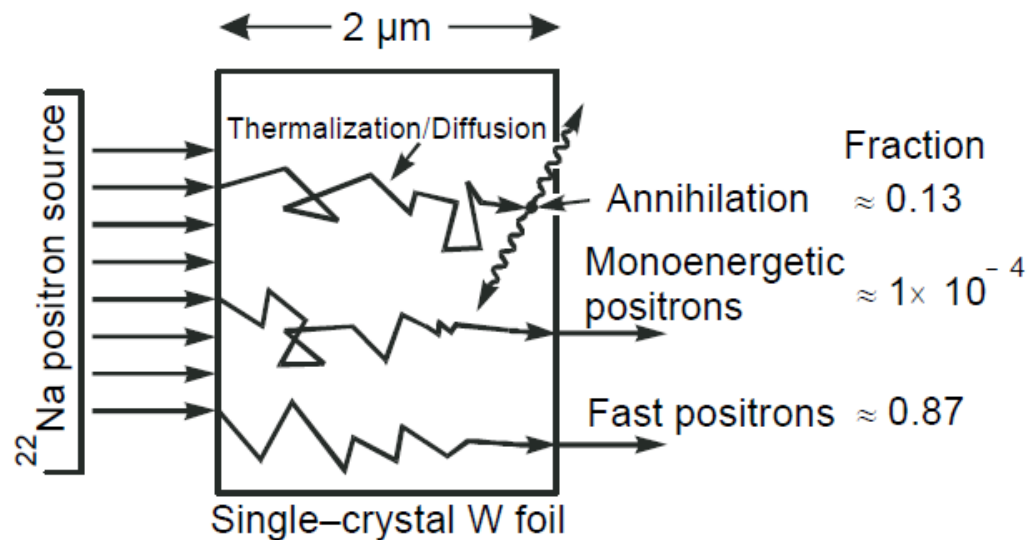
horizontální desky



transmisní geometrie

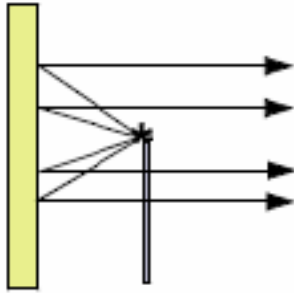
účinnost moderátoru:

$$\varepsilon = \frac{N_{thermalizd}}{N_{incident}}$$

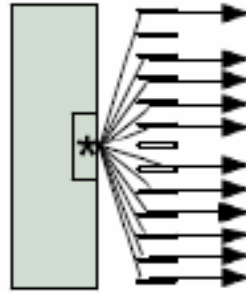


# Moderátor pozitronů

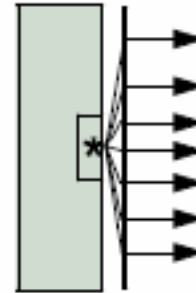
některé geometrie moderátorů pozitronů



zpětný rozptyl



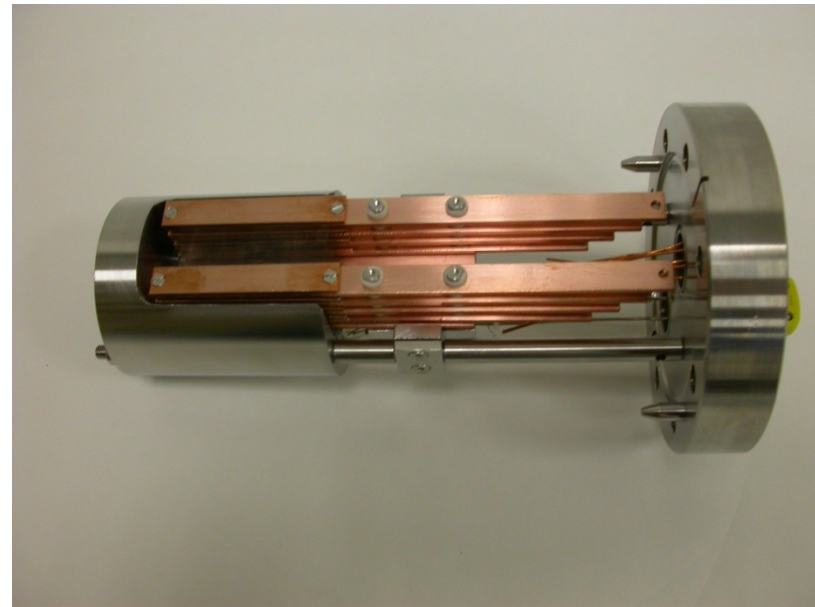
horizontální desky



transmisní geometrie

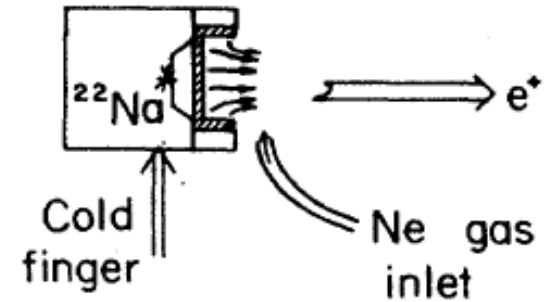
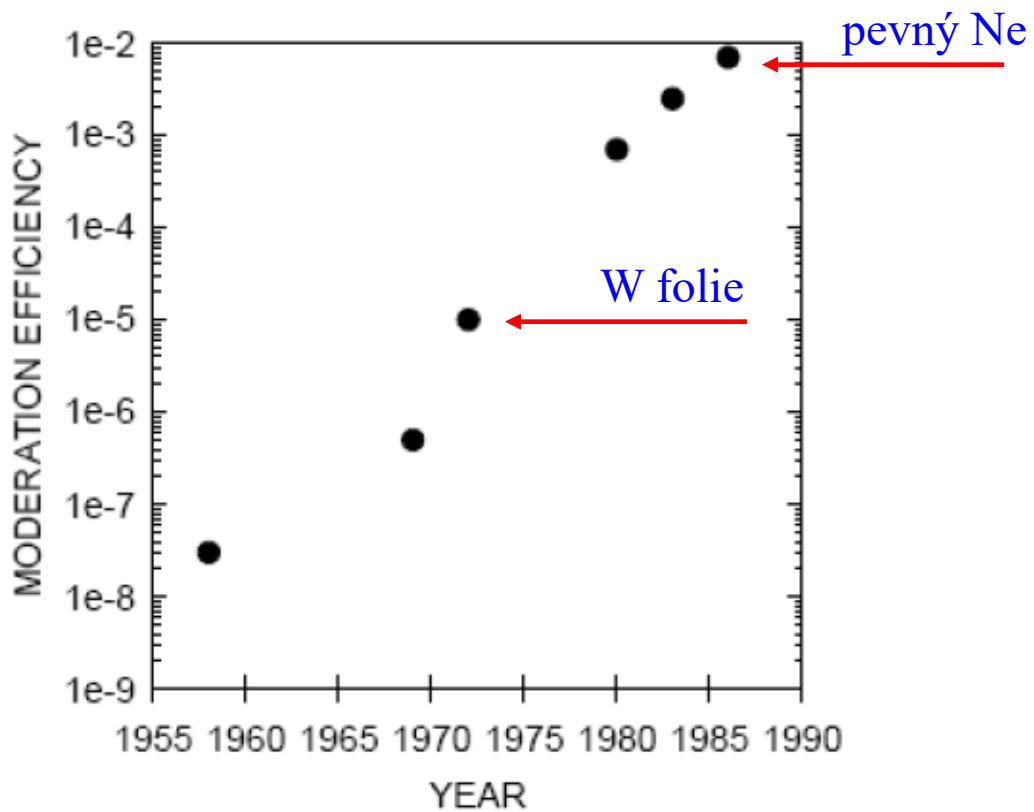
účinnost moderátoru:

$$\varepsilon = \frac{N_{thermalizd}}{N_{incident}}$$



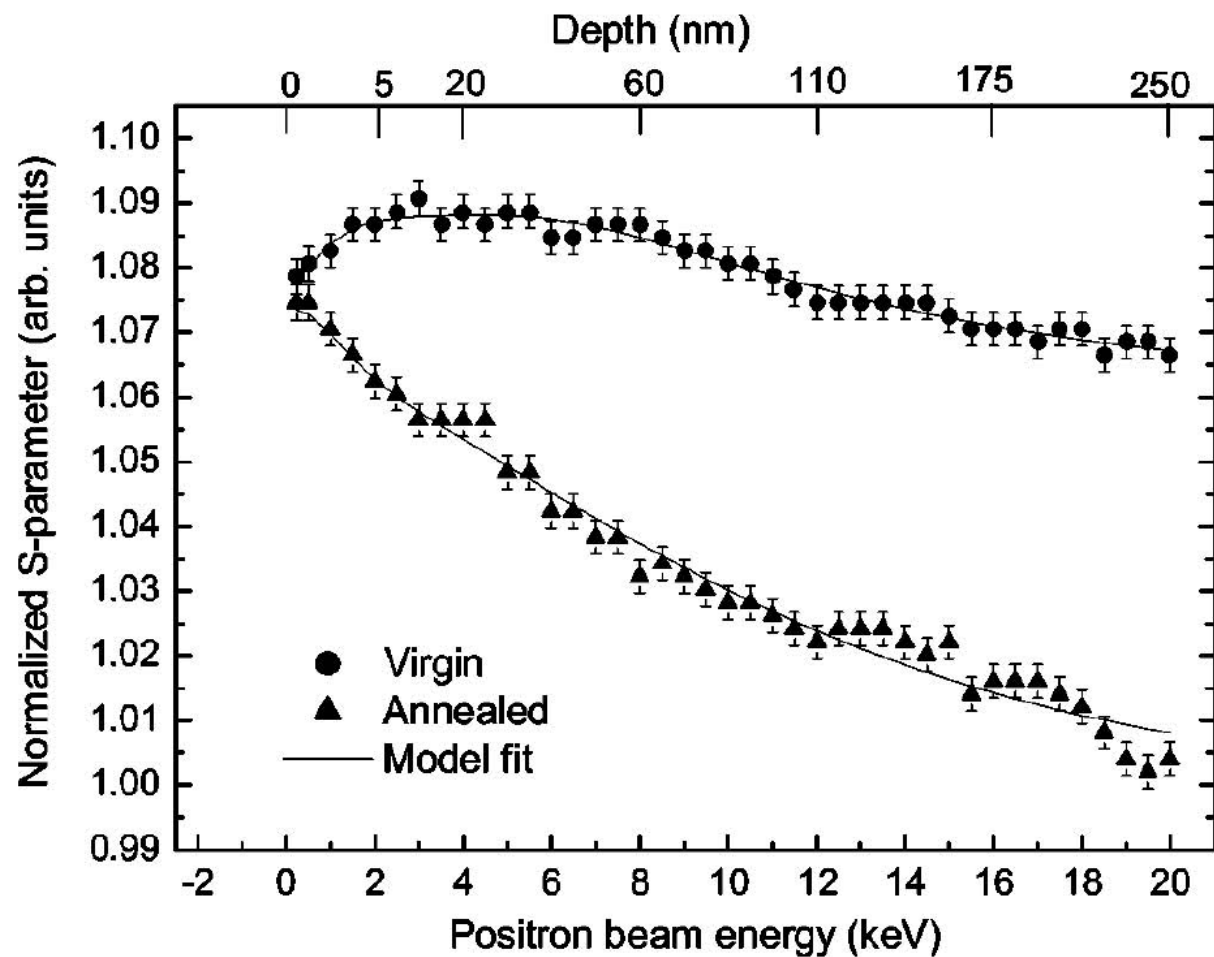
# Moderátor pozitronů

účinnost moderátoru: 
$$\varepsilon = \frac{N_{thermalizd}}{N_{incident}}$$



# Moderátor pozitronů

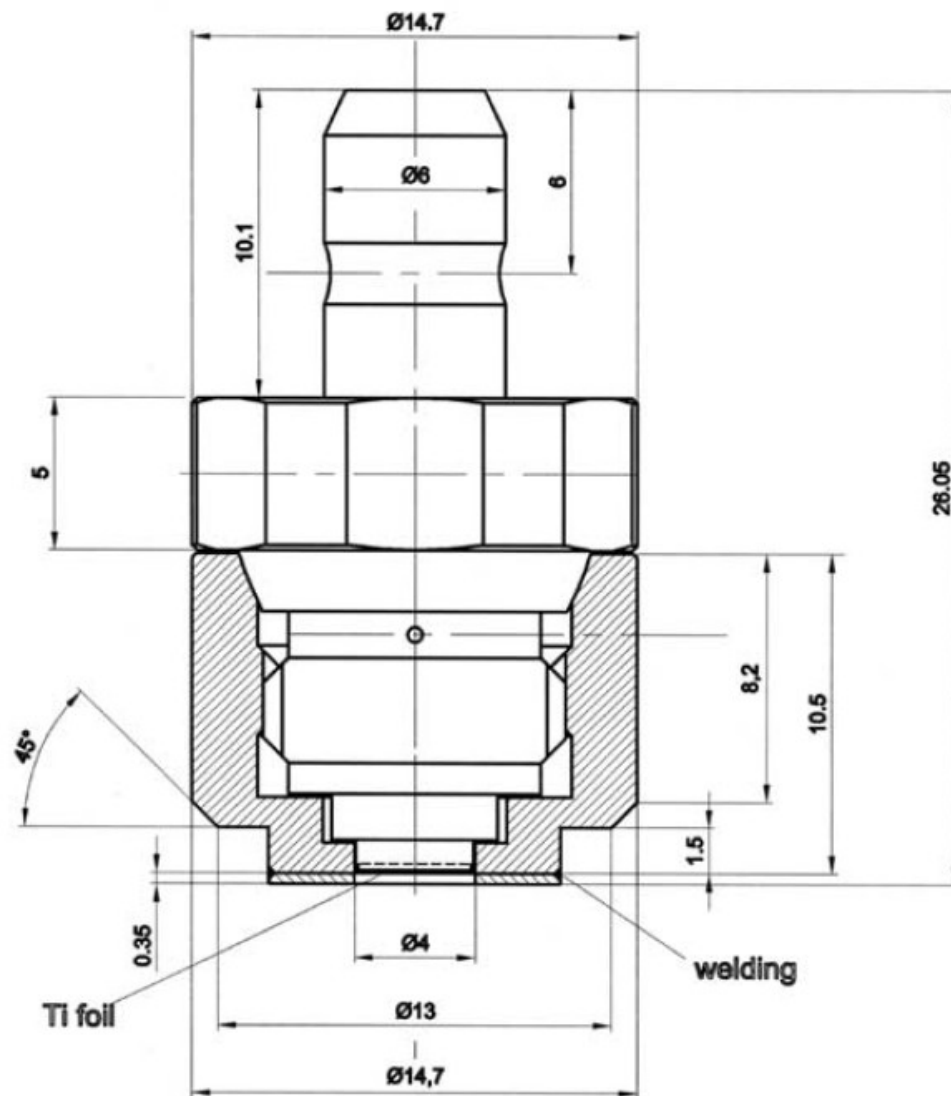
polykrystalická W folie



# Svazky pomalých pozitronů

$^{22}\text{Na}$  zdroj pro svazek pomalých pozitronů

- iThemba Labs (Jižní Afrika)
- 50 mCi = 1.85 GBq
- klasický pozitronový zdroj  $A \approx 1$  MBq
- svazek pomalých pozitronů  $A \approx 1$  GBq



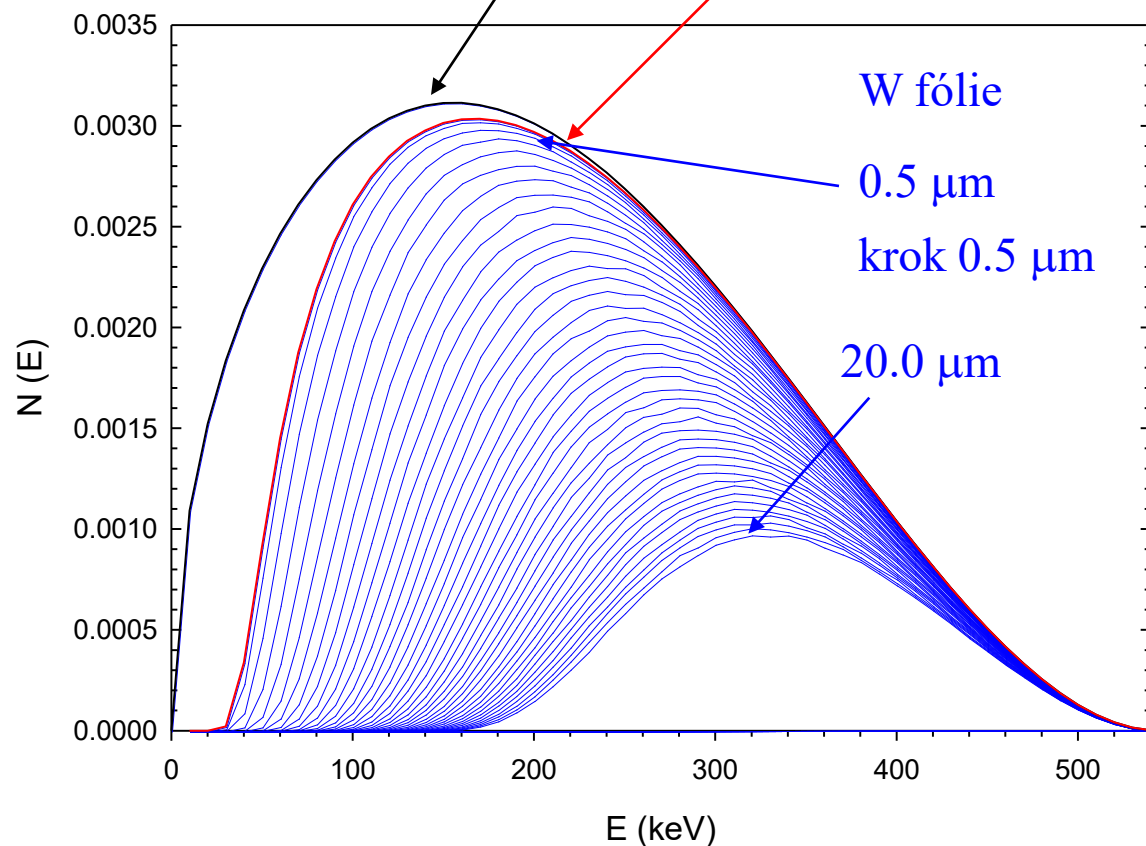
# Svazky pomalých pozitronů

$^{22}\text{Na}$  zdroj pro svazek pomalých pozitronů

- okénko - 5  $\mu\text{m}$  Ti fólie

výchozí energetické spektrum  $e^+$  emitovaných  $^{22}\text{Na}$

energetické spektrum  $e^+$  po průchodu 5  $\mu\text{m}$  Ti fólií

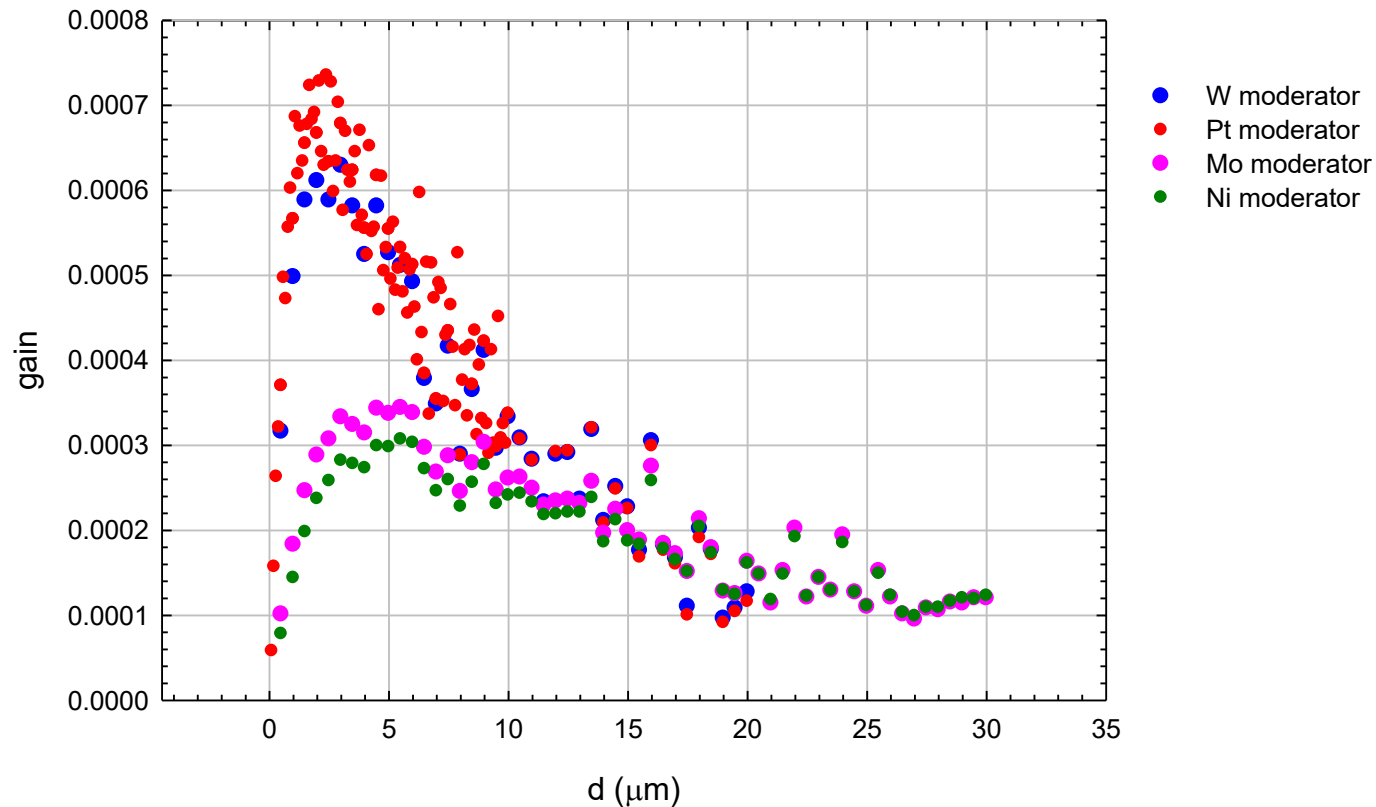




# Svazky pomalých pozitronů

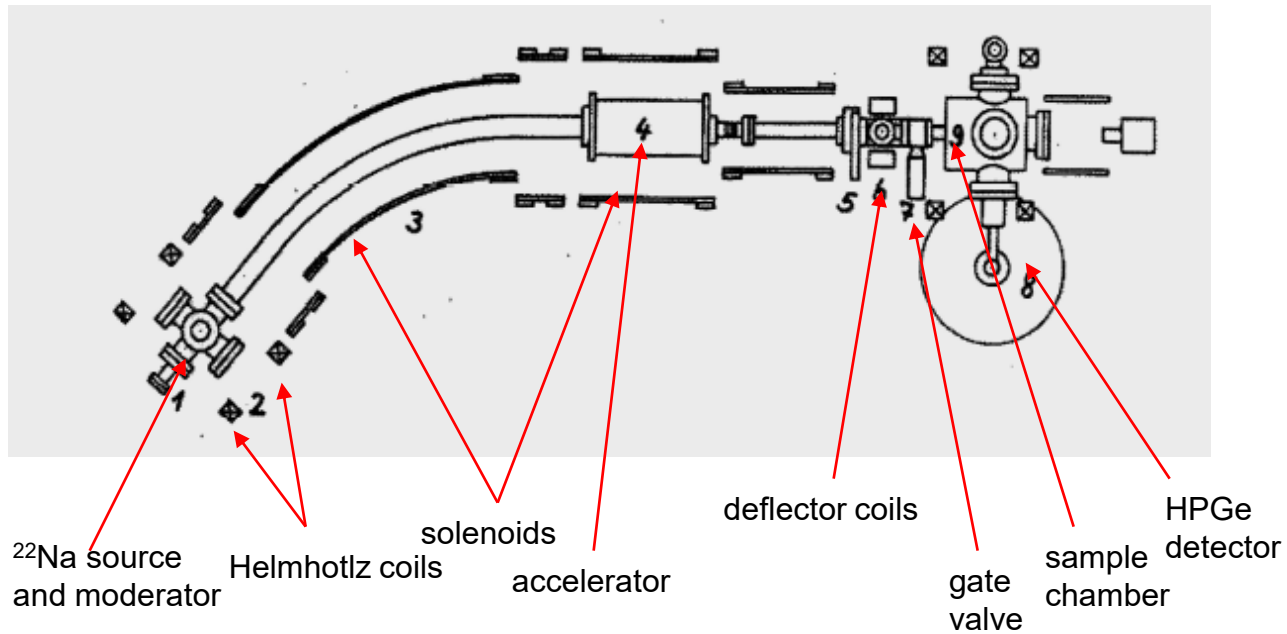
$^{22}\text{Na}$  zdroj pro svazek pomalých pozitronů

- okénko - 5  $\mu\text{m}$  Ti fólie
- transmisní geometrie moderátoru
- výtěžek pomalých pozitronů



# Svazek pomalých pozitronů

- svazek pomalých pozitronů (Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf)
- výběr pomalých pozitronů – zatočení svazku
- magnetické vedení svazku solenoidy

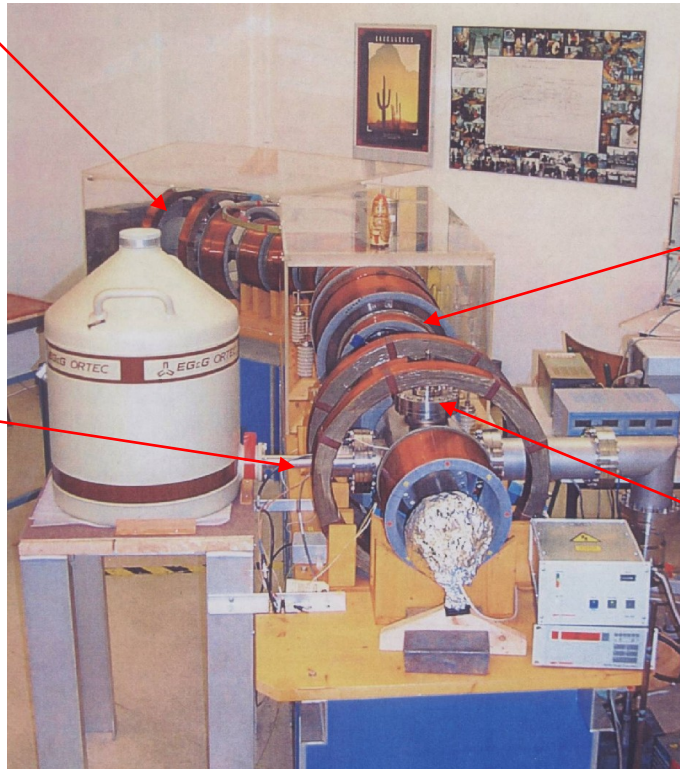


# Svazek pomalých pozitronů

- svazek pomalých pozitronů (Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf)
- výběr pomalých pozitronů – zatočení svazku
- magnetické vedení svazku solenoidy

$^{22}\text{Na}$  pozitronový zdroj + W moderátor

HPGe detektor



urychlovač

komora se vzorkem

# Svazek pomalých pozitronů

- svazek pomalých pozitronů (MFF UK)
- výběr pomalých pozitronů – zatočení svazku
- magnetické vedení svazku

$^{22}\text{Na}$  pozitronový zdroj  
+ W moderátor

urychlovač

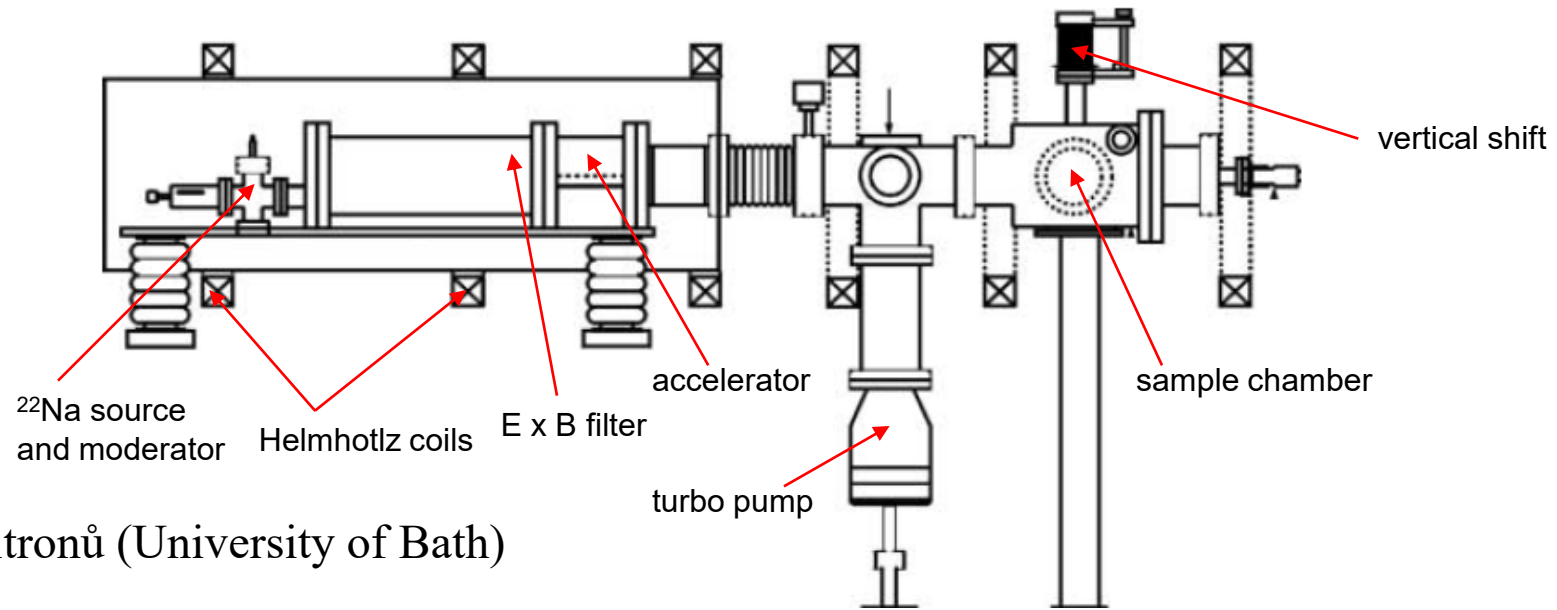
komora se vzorkem

HPGe detektory

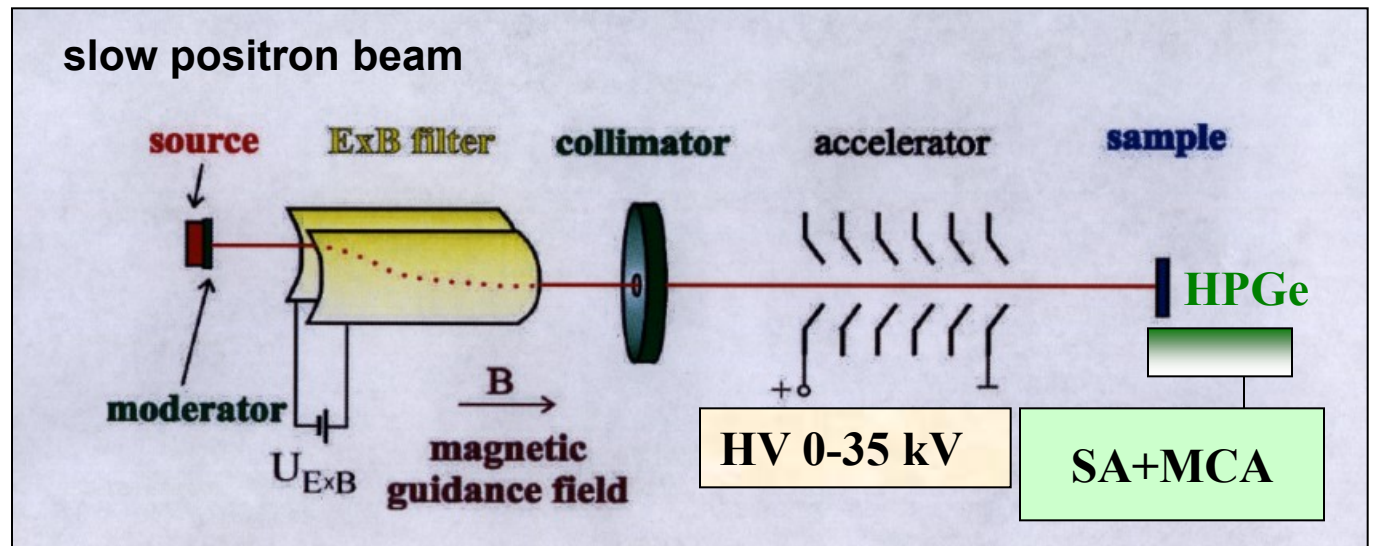




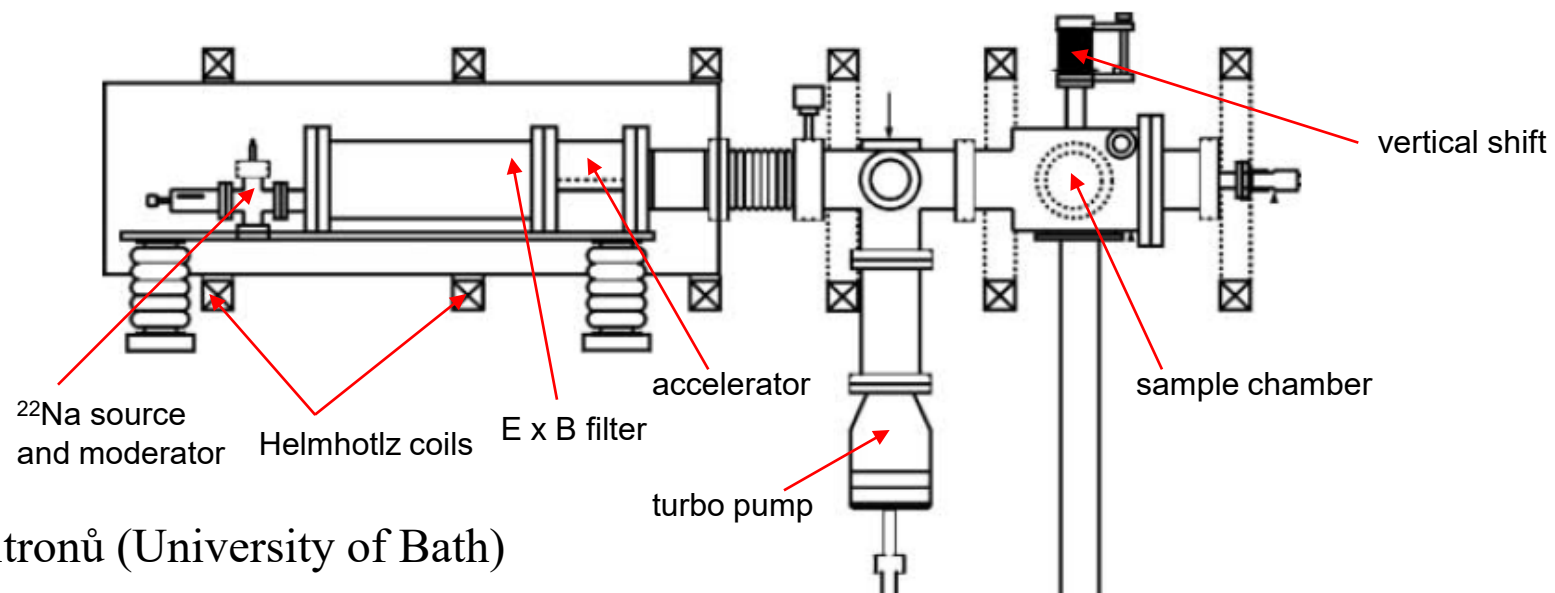
# Svazek pomalých pozitronů



- svazek pomalých pozitronů (University of Bath)
- výběr pomalých pozitronů:  
E x B filtr
- magnetické vedení svazku:  
Helmholtzovy cívky



# Svazek pomalých pozitronů



- svazek pomalých pozitronů (University of Bath)
- výběr pomalých pozitronů:  
E x B filtr
- magnetické vedení svazku:  
Helmholtzovy cívky



# Implantační profil monoenergetických pozitronů

- monoenergetické pozitrony o energii  $E$

$$z_0 = \frac{AE^r}{\rho \Gamma \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$$

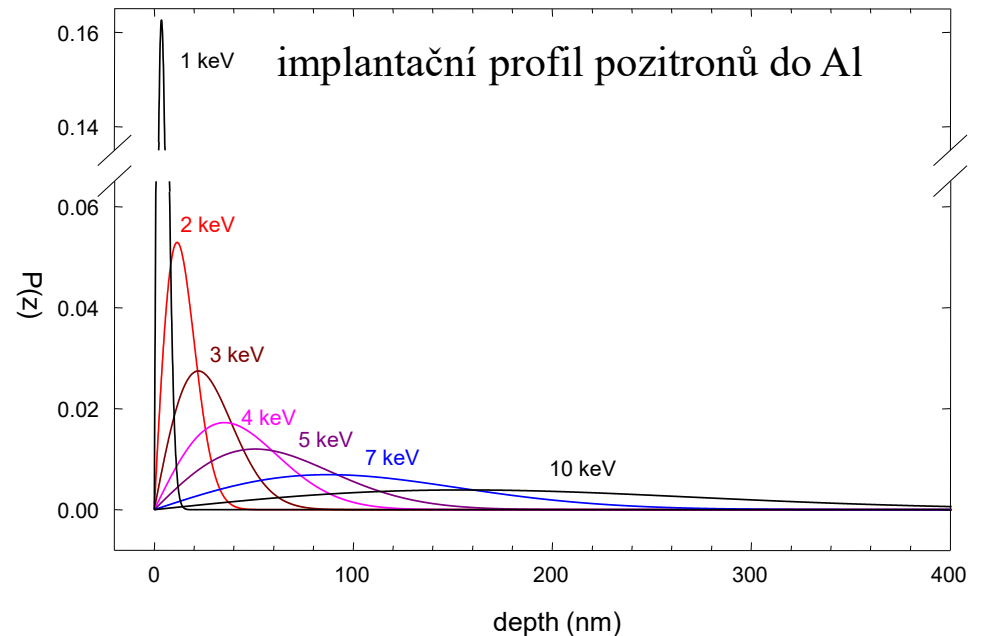
$$A = 4 \times 10^{-3} \text{ gcm}^{-2} \text{ keV}^{-r}$$

$$m = 2$$

$$r = 1.6$$

$$P(z, E) = \frac{mz^{m-1}}{z_0^m} \exp \left[ - \left( \frac{z}{z_0} \right)^m \right]$$

- střední hloubka průniku:  $\bar{z} = \frac{AE^r}{\rho}$



# Svazek pomalých pozitronů s laditelnou energií

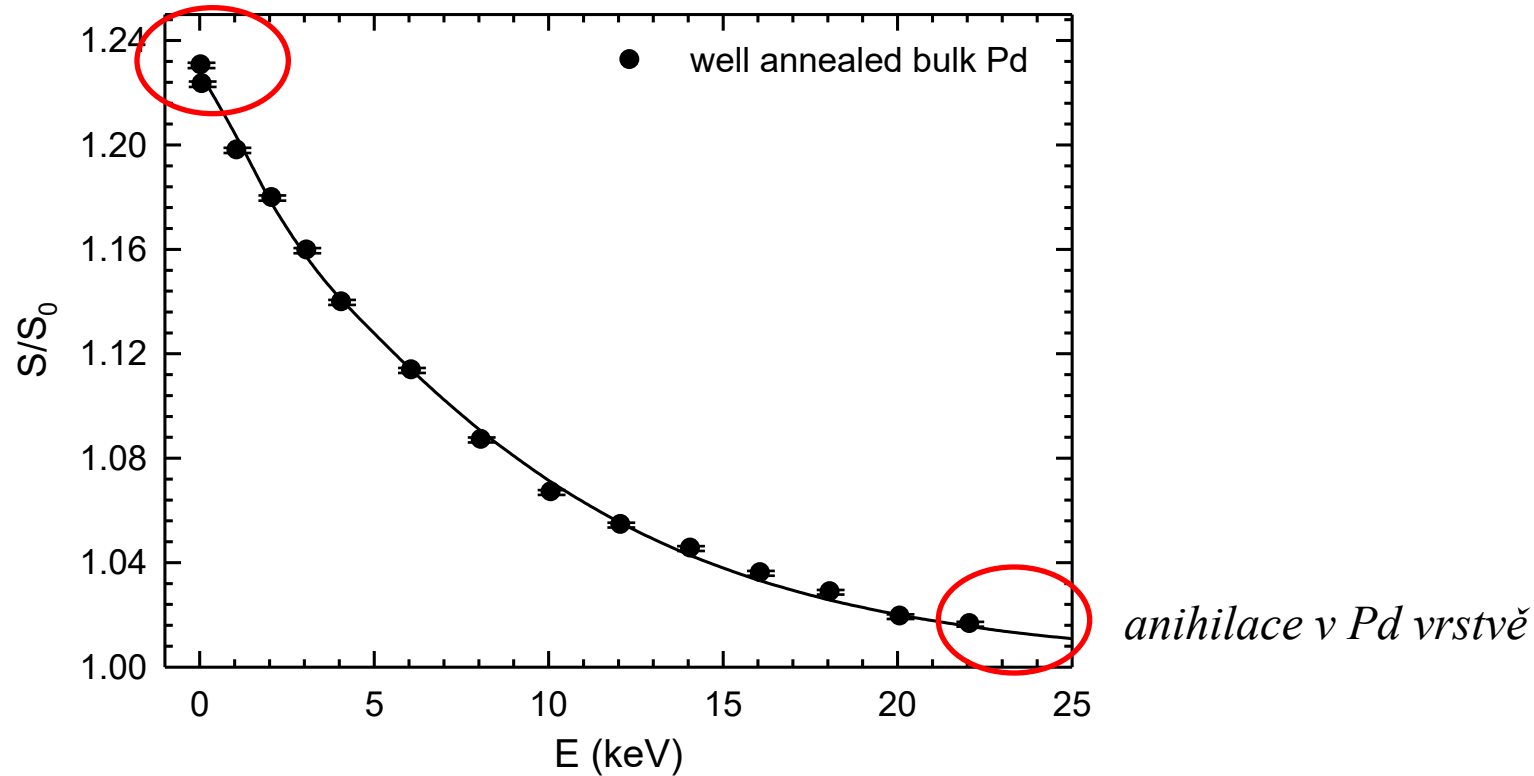
- studium hloubkového profilu defektů
- studium tenkých vrstev
- měření zpětné difúze pozitronů



# Charakterizace defektů v Pd

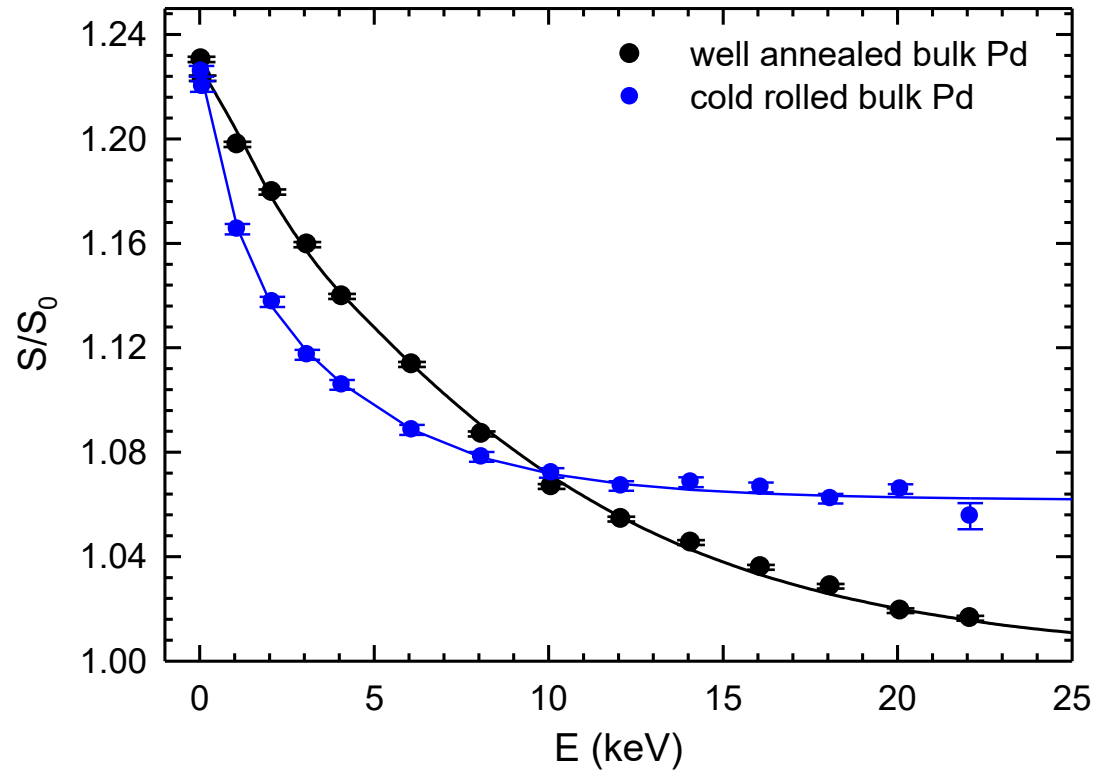
- charakterizace defektů na svazku pozitronů s laditelnou energií
- střední difúzní délka pozitronu:  $L_+ = (151 \pm 4)$  nm

*povrchový stav*



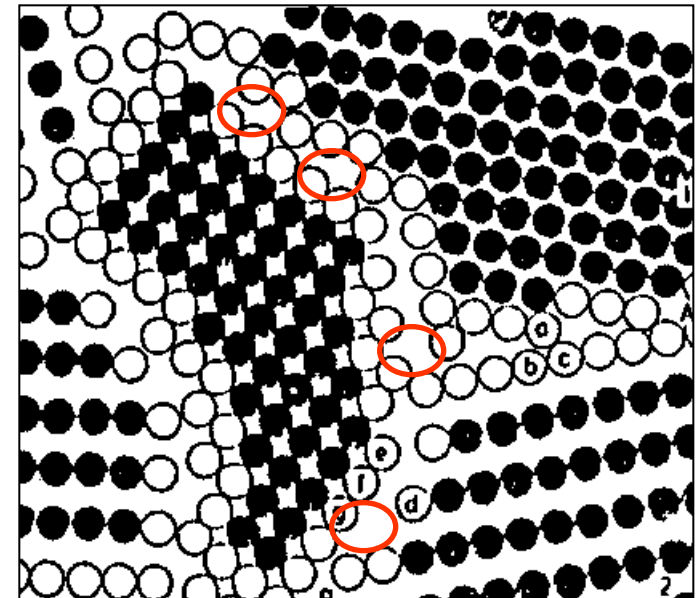
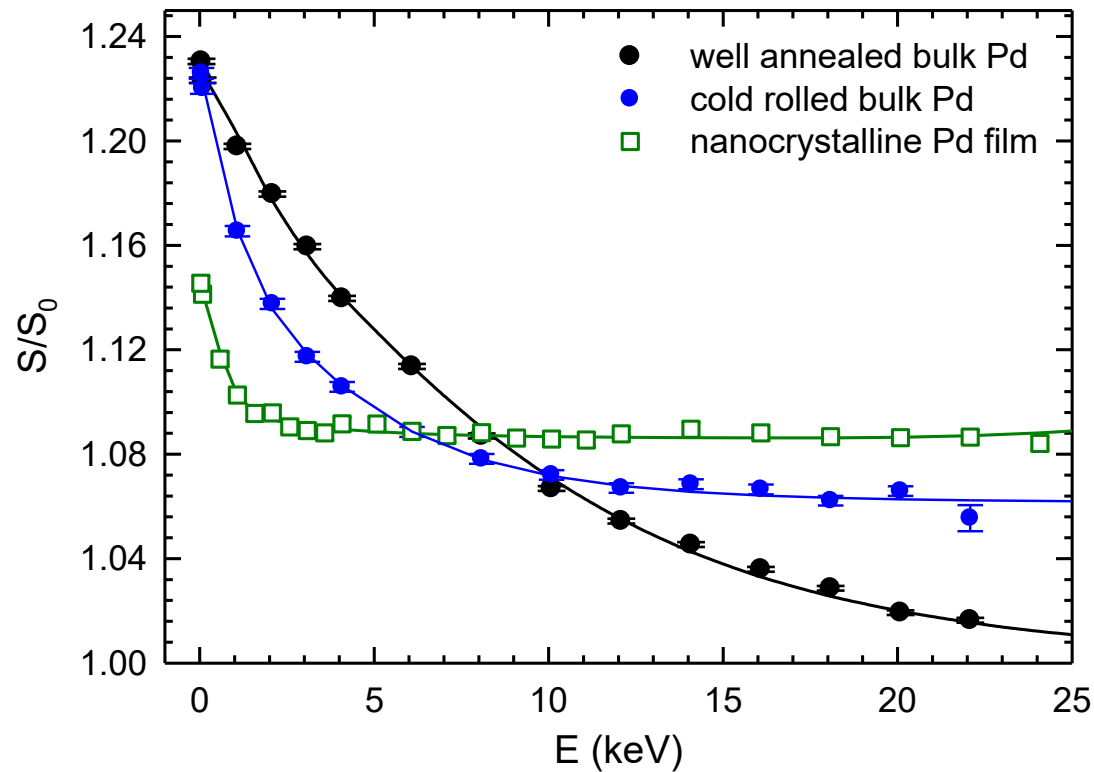
# Charakterizace defektů v Pd

- charakterizace defektů na svazku pozitronů s laditelnou energií
- plastická deformace → nárůst  $S$ , zkrácení  $L_+$



# Charakterizace defektů v Pd

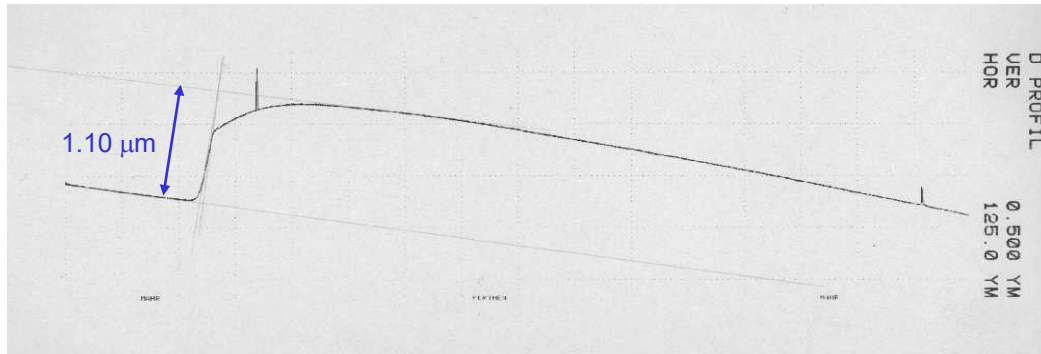
- charakterizace defektů na svazku pozitronů s laditelnou energií
- nanokrystalický Pd film – záchyt pozitronů v misfit defektech na hranicích zrn



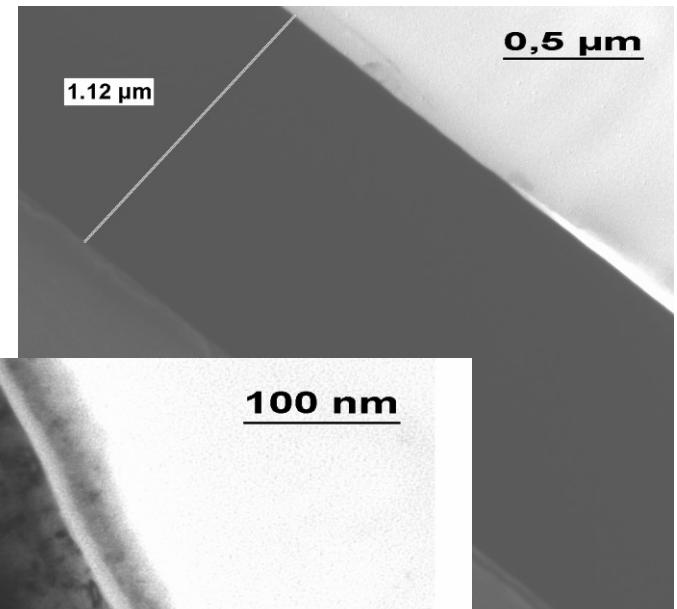
# Tenké vrstvy Nb dopované vodíkem

Nb film o tloušťce 1.1  $\mu\text{m}$  pokrytý Pd vrstvou o tloušťce 20 nm

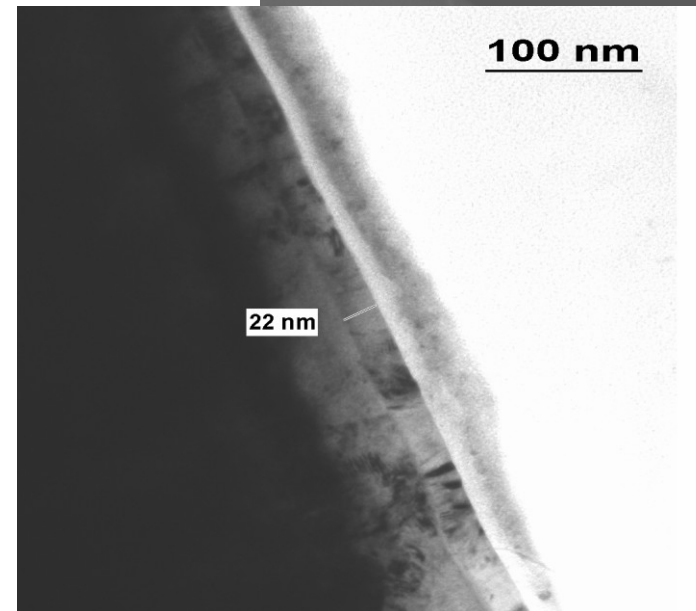
- tloušťka ( $1100 \pm 50$ ) nm (profilometrie)



- ( $1120 \pm 20$ ) nm (TEM)

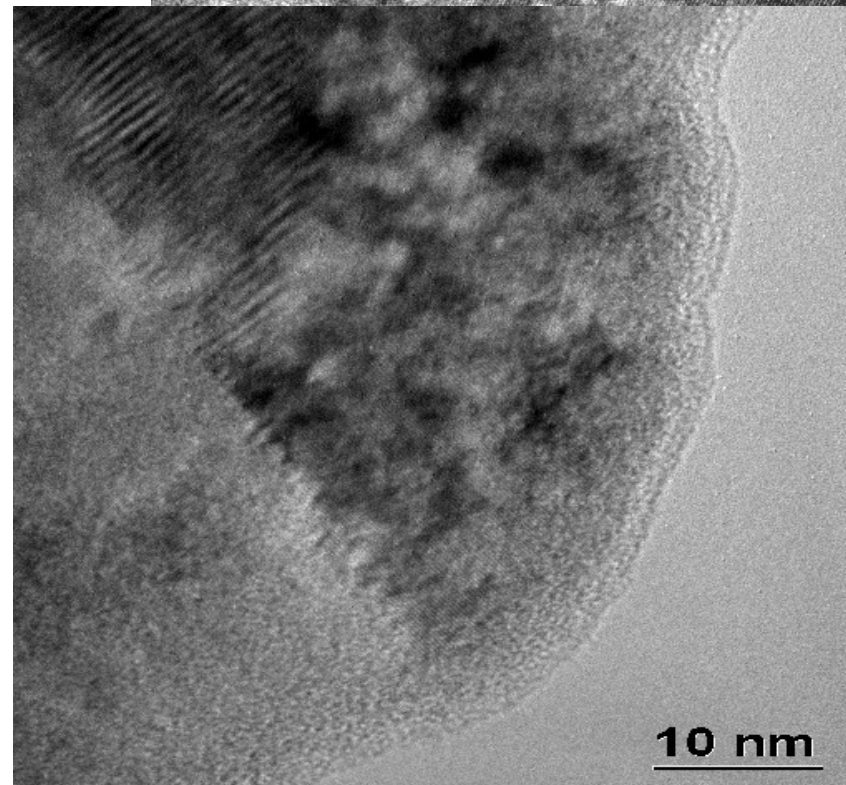
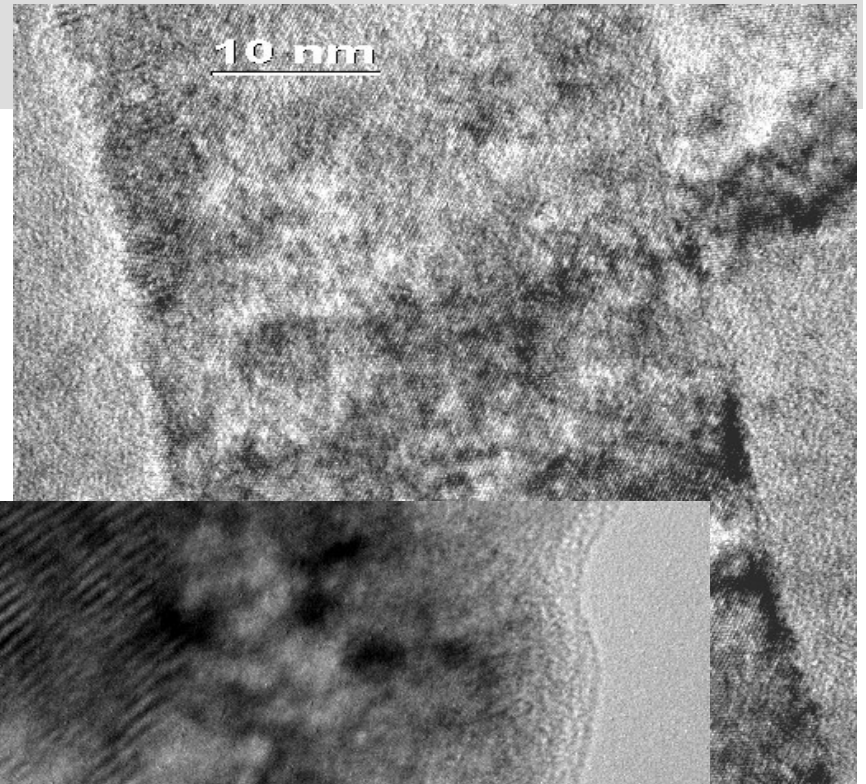
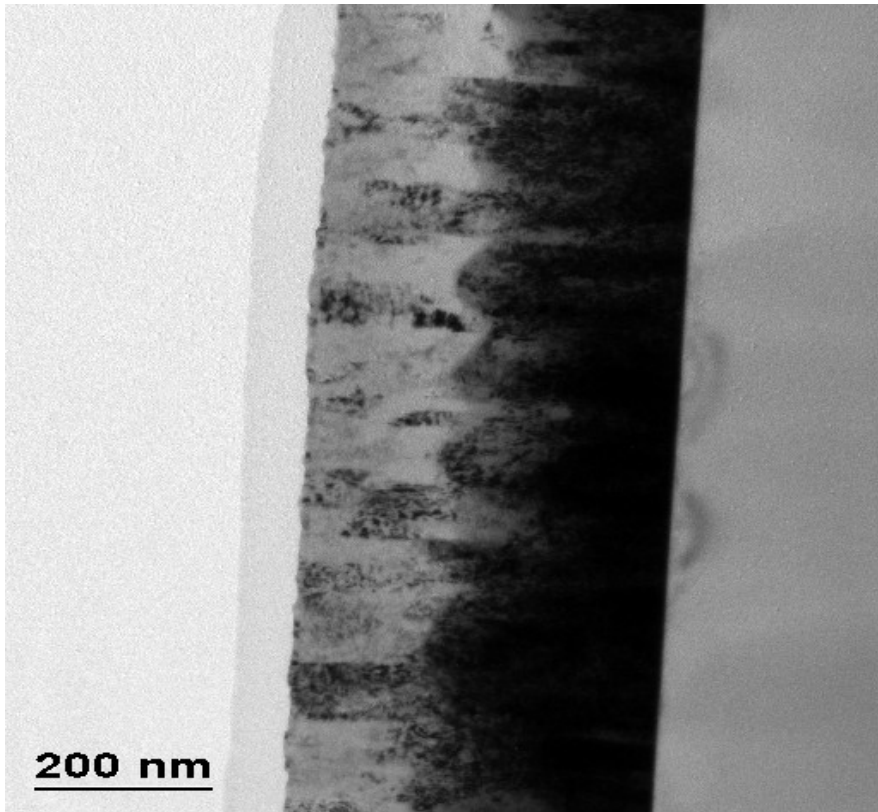


- na povrchu deponována Pd vrstva (20 nm)



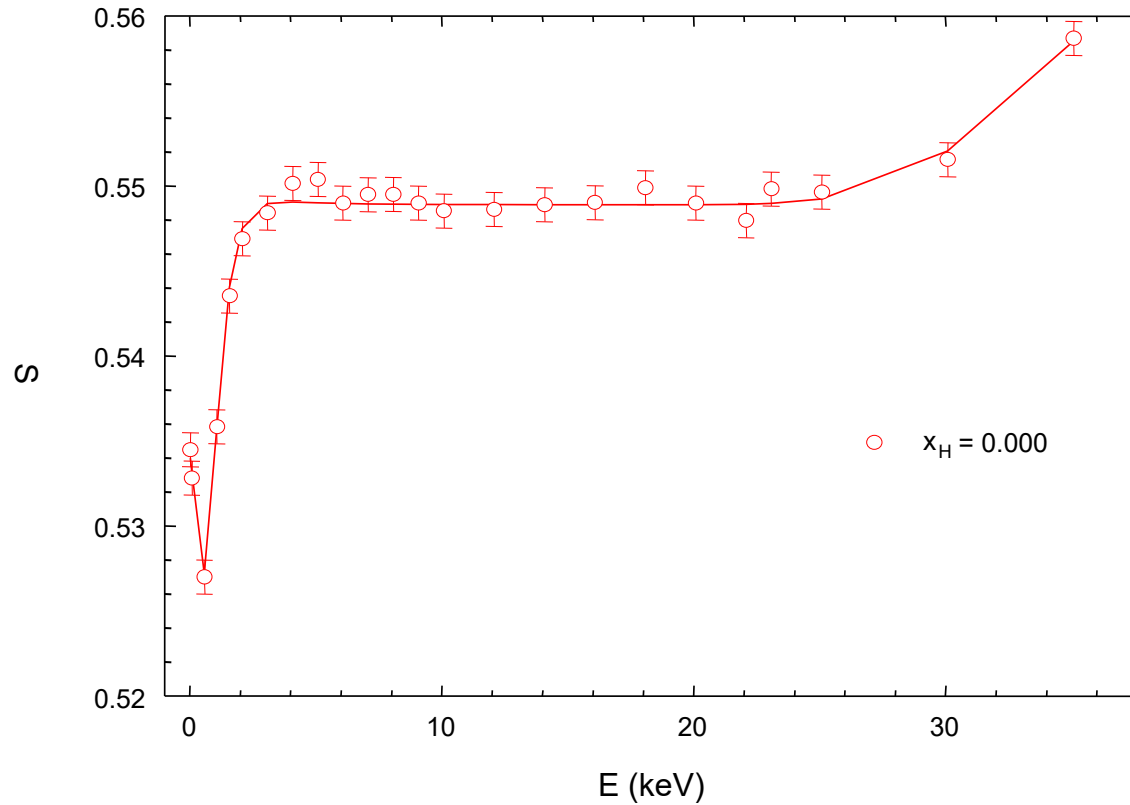
# Tenké vrstvy Nb dopované vodíkem

- sloupcovité krystality
- šířka  $\approx 50$  nm



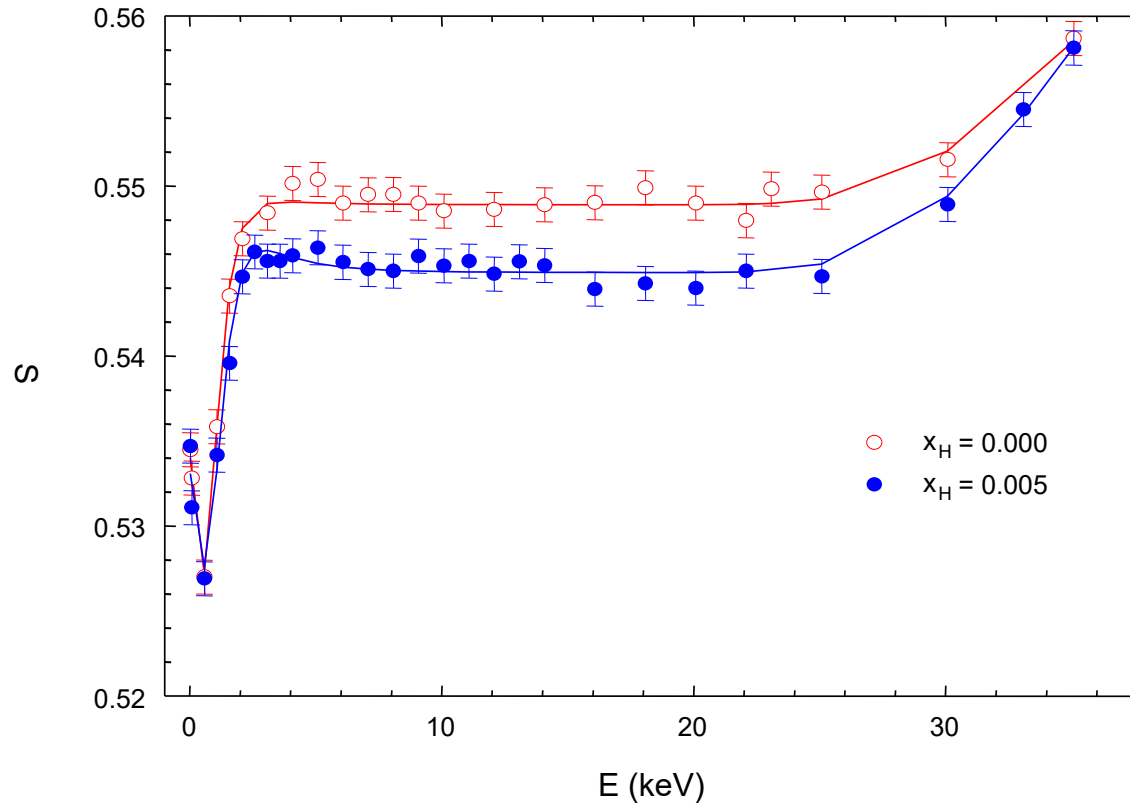
# Tenké vrstvy Nb dopované vodíkem

Nb film o tloušťce 1.1  $\mu\text{m}$  pokrytý Pd vrstvou o tloušťce 20 nm



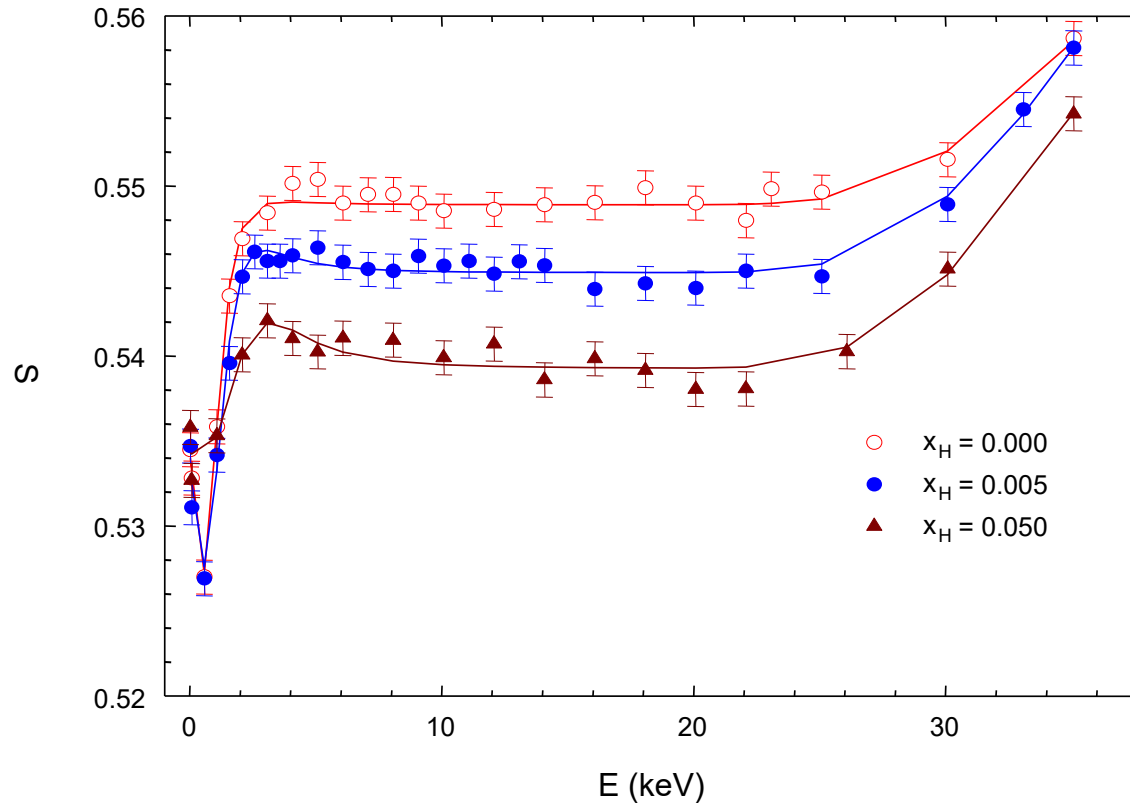
# Tenké vrstvy Nb dopované vodíkem

Nb film o tloušťce 1.1  $\mu\text{m}$  pokrytý Pd vrstvou o tloušťce 20 nm



# Tenké vrstvy Nb dopované vodíkem

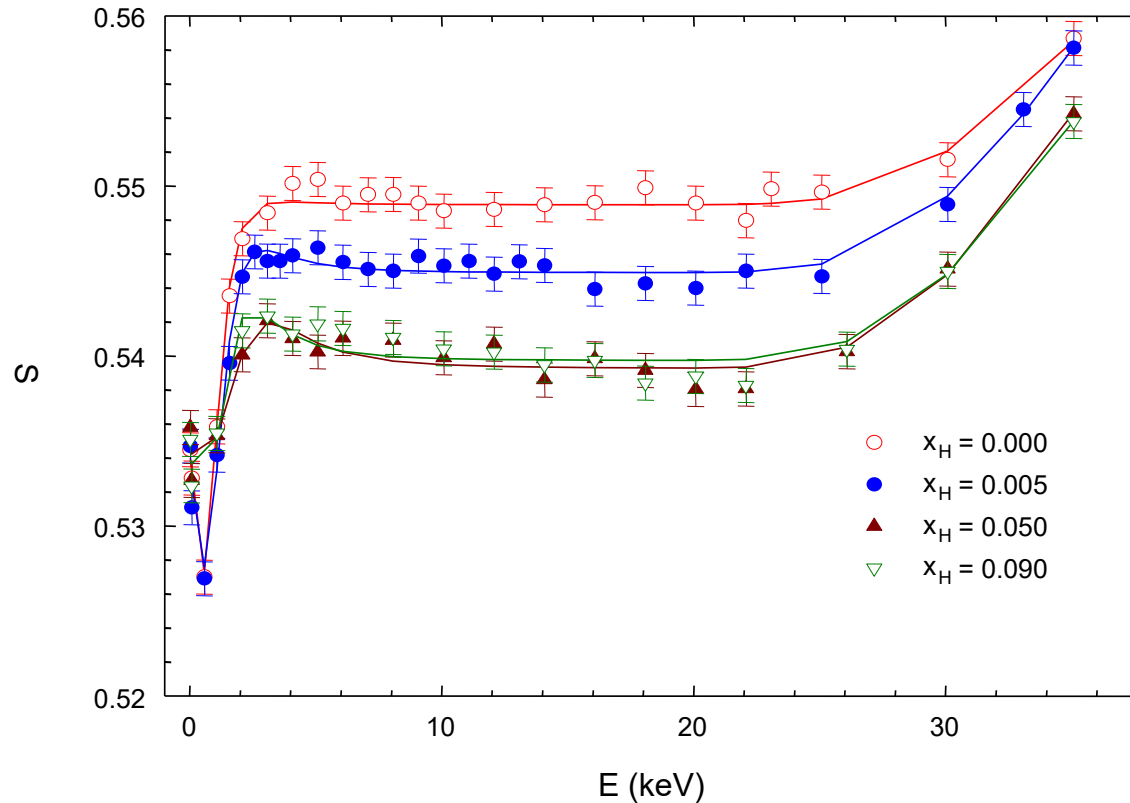
Nb film o tloušťce 1.1  $\mu\text{m}$  pokrytý Pd vrstvou o tloušťce 20 nm





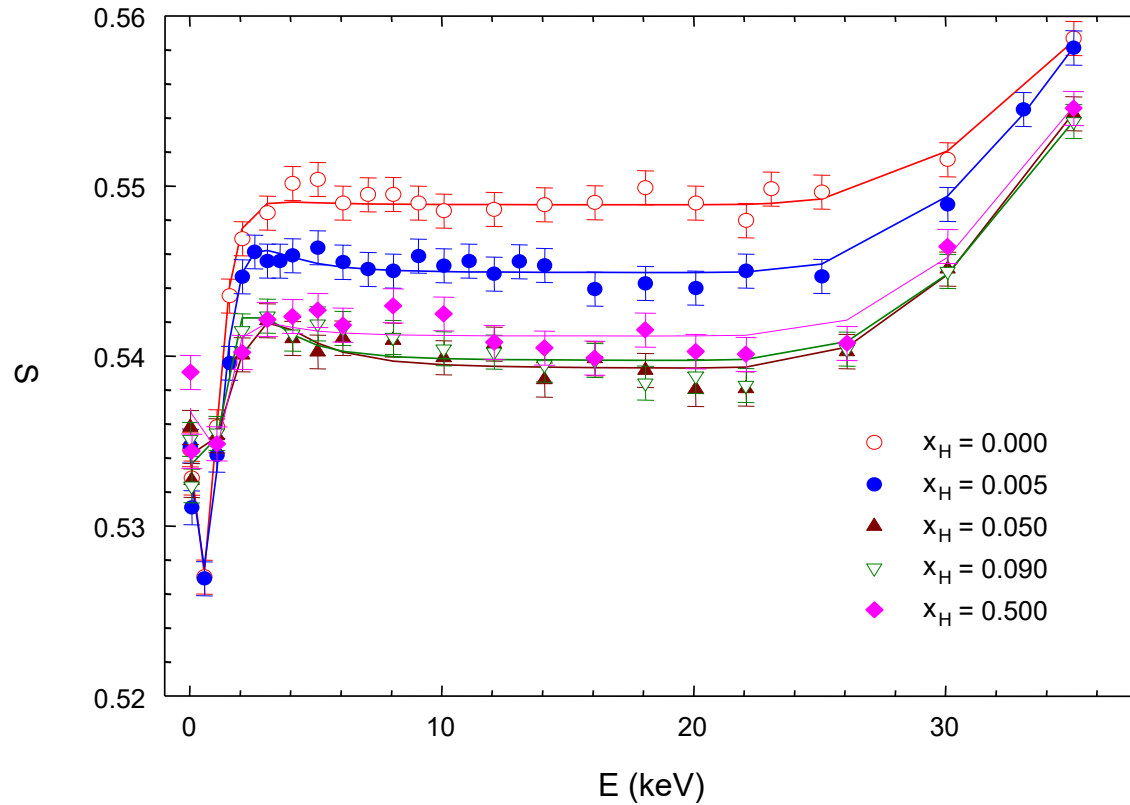
# Tenké vrstvy Nb dopované vodíkem

Nb film o tloušťce 1.1  $\mu\text{m}$  pokrytý Pd vrstvou o tloušťce 20 nm



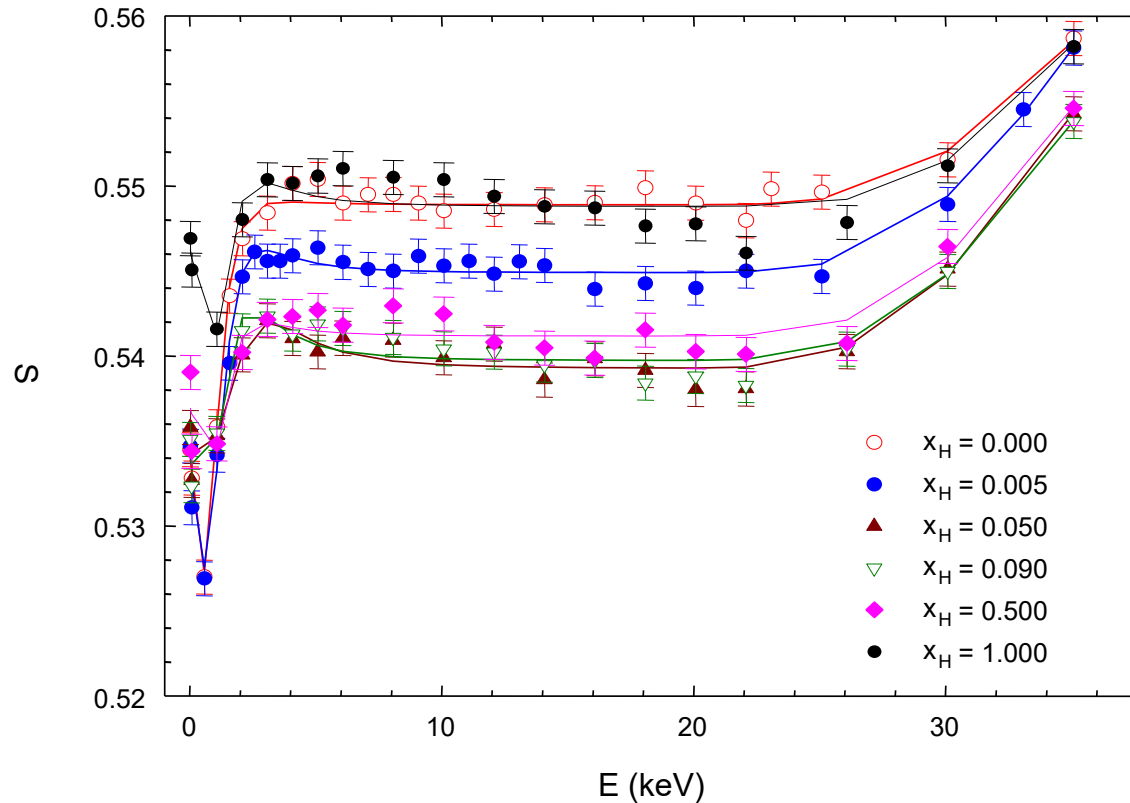
# Tenké vrstvy Nb dopované vodíkem

Nb film o tloušťce 1.1  $\mu\text{m}$  pokrytý Pd vrstvou o tloušťce 20 nm



# Tenké vrstvy Nb dopované vodíkem

Nb film o tloušťce 1.1  $\mu\text{m}$  pokrytý Pd vrstvou o tloušťce 20 nm



# Tenké vrstvy Nb dopované vodíkem

Nb film o tloušťce 1.1  $\mu\text{m}$  pokrytý Pd vrstvou o tloušťce 20 nm

absorpce vodíku na hranicích zrn

nové defekty vytvořené při vzniku hydridu

