

# Dozimetrie pro CT s širokými svazky

Leoš Novák, SÚRO



1 x 5

4 x 1

16 x 0.5

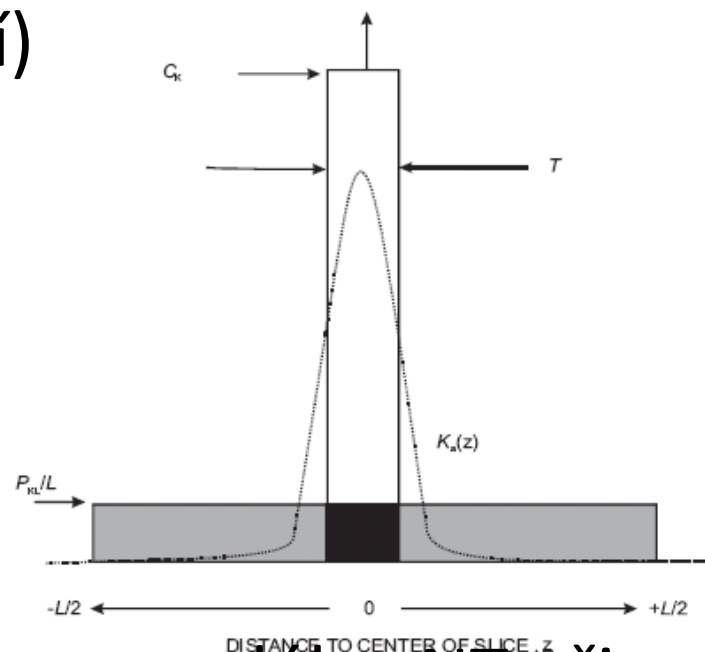
64 x 0.5

320 x 0.5

# Dozimetrický formalismus IEC

- Integrace kermového profilu podél osy z
- IEC 60601-2-44 ed.2 (neplatí)

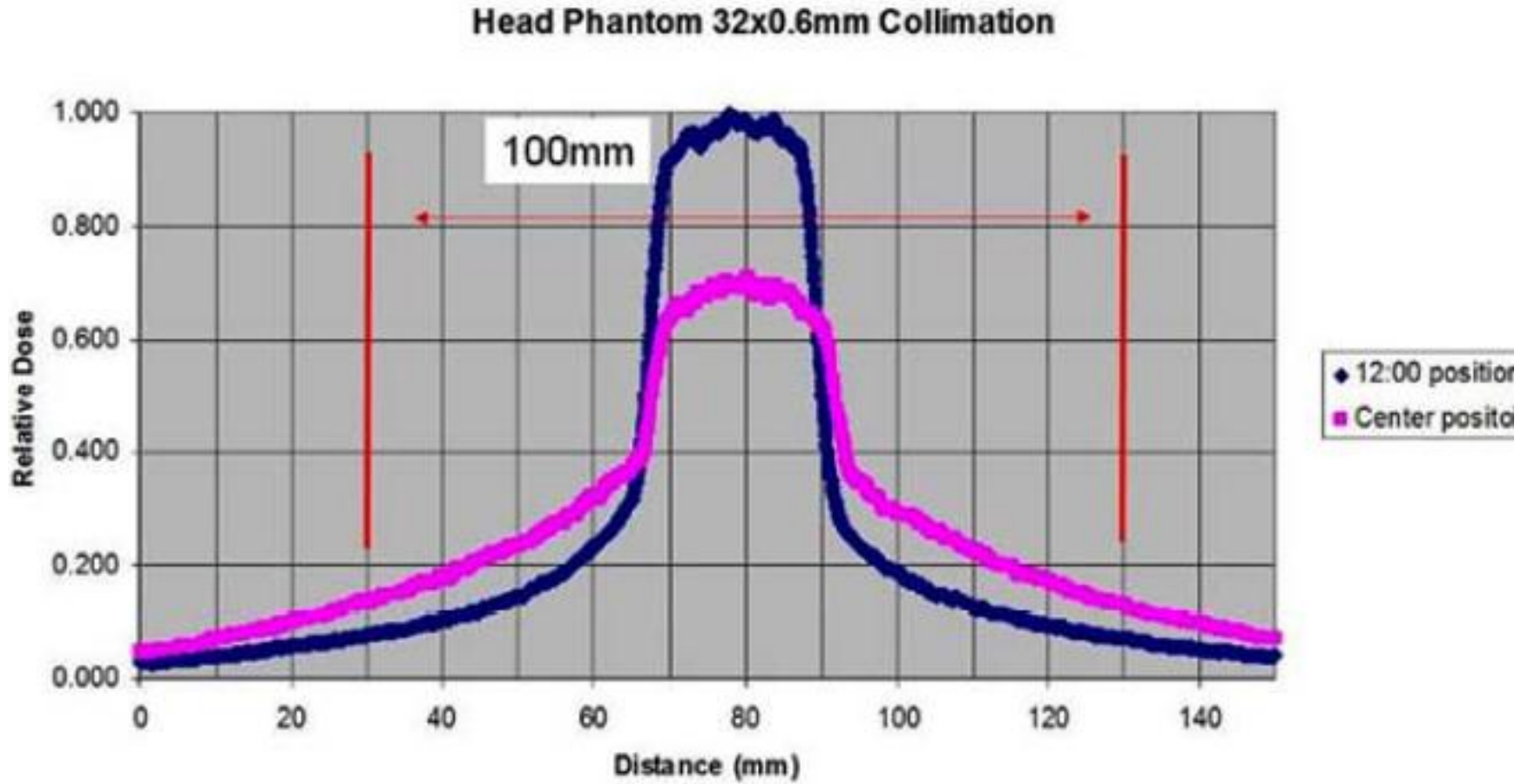
$$C_{100} = \frac{1}{T} \int_{-50}^{50} K(z) dz$$
$$C_{100} = \frac{1}{NT} \int_{-50}^{50} K(z) dz$$



průměrná kerma ve středu objemu o délce  $NT$  při dlouhém skenu

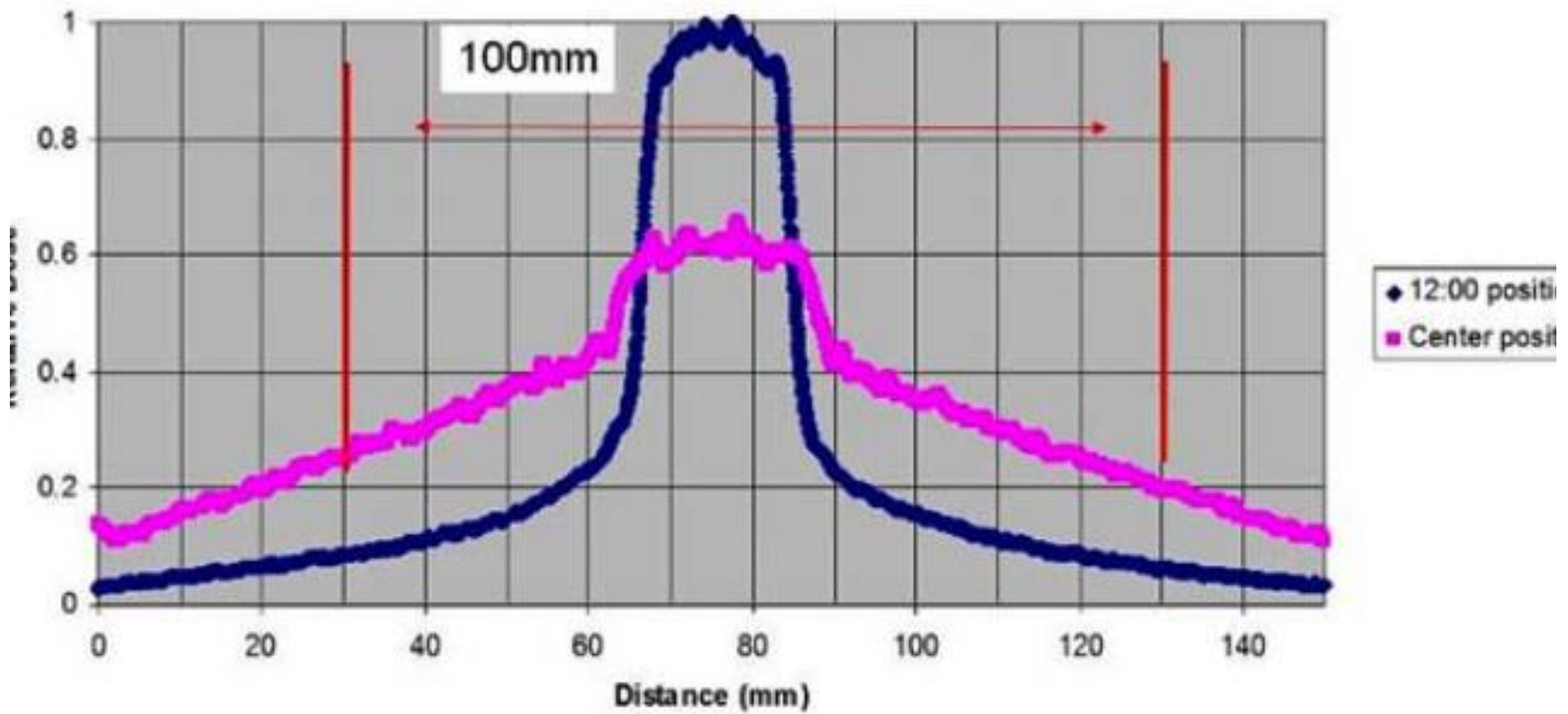
za předpokladu integrace celého kermového profilu

# Proč to nefunguje pro široké svazky

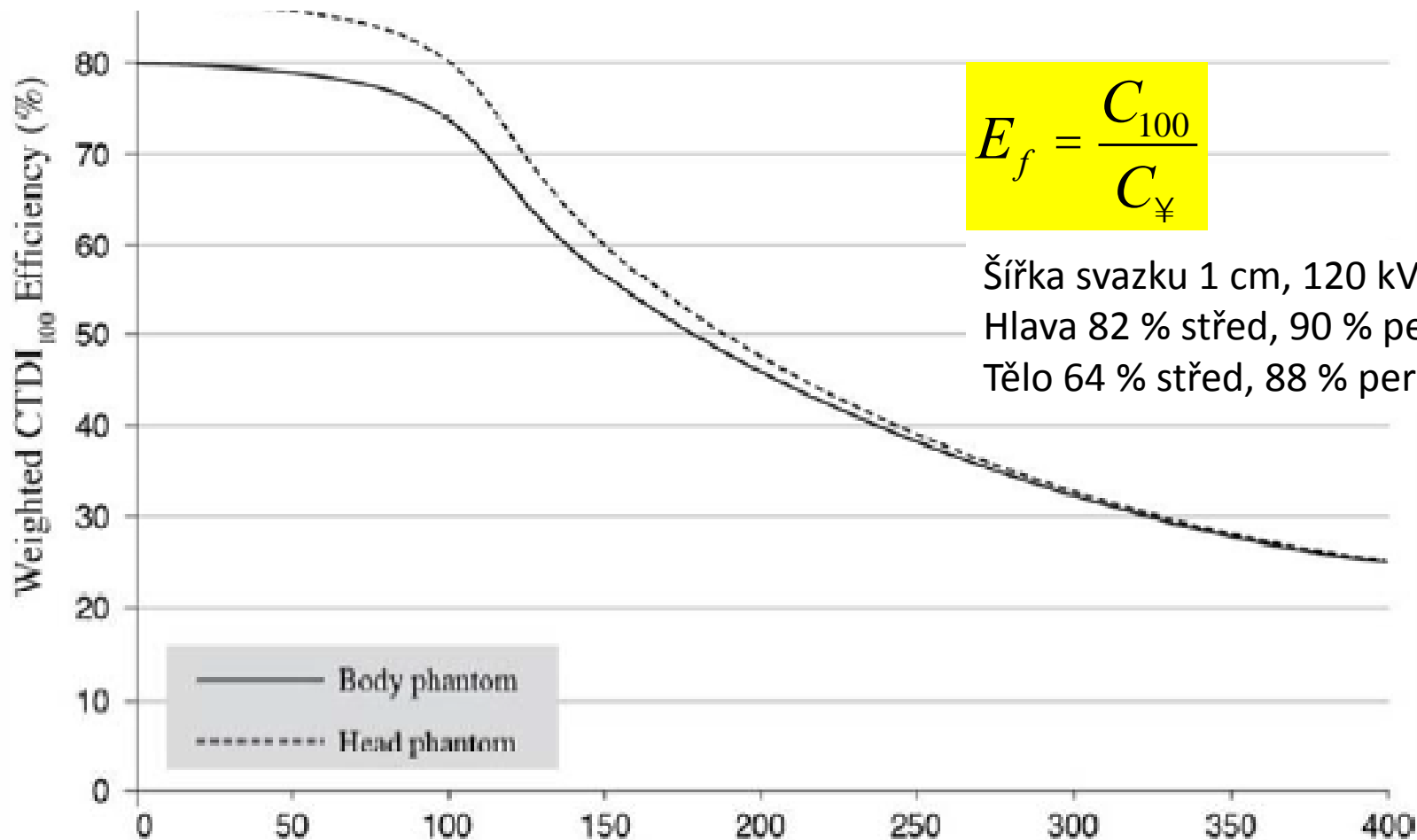


# Proč to nefunguje pro široké svazky

Body Phantom 32x0.6mm Collimation



# Jak moc to nefunguje -koeficient efektivity



**A už máme CT s šířkou svazku vyšší než 10 cm....**

# Co s tím – přístup IEC

- IEC 60601-2-44 ed. 3, platná, 2009
- IEC 60601-2-44 ed.3 Amendment 1 (vyjde v září 2012)

Ed.3:

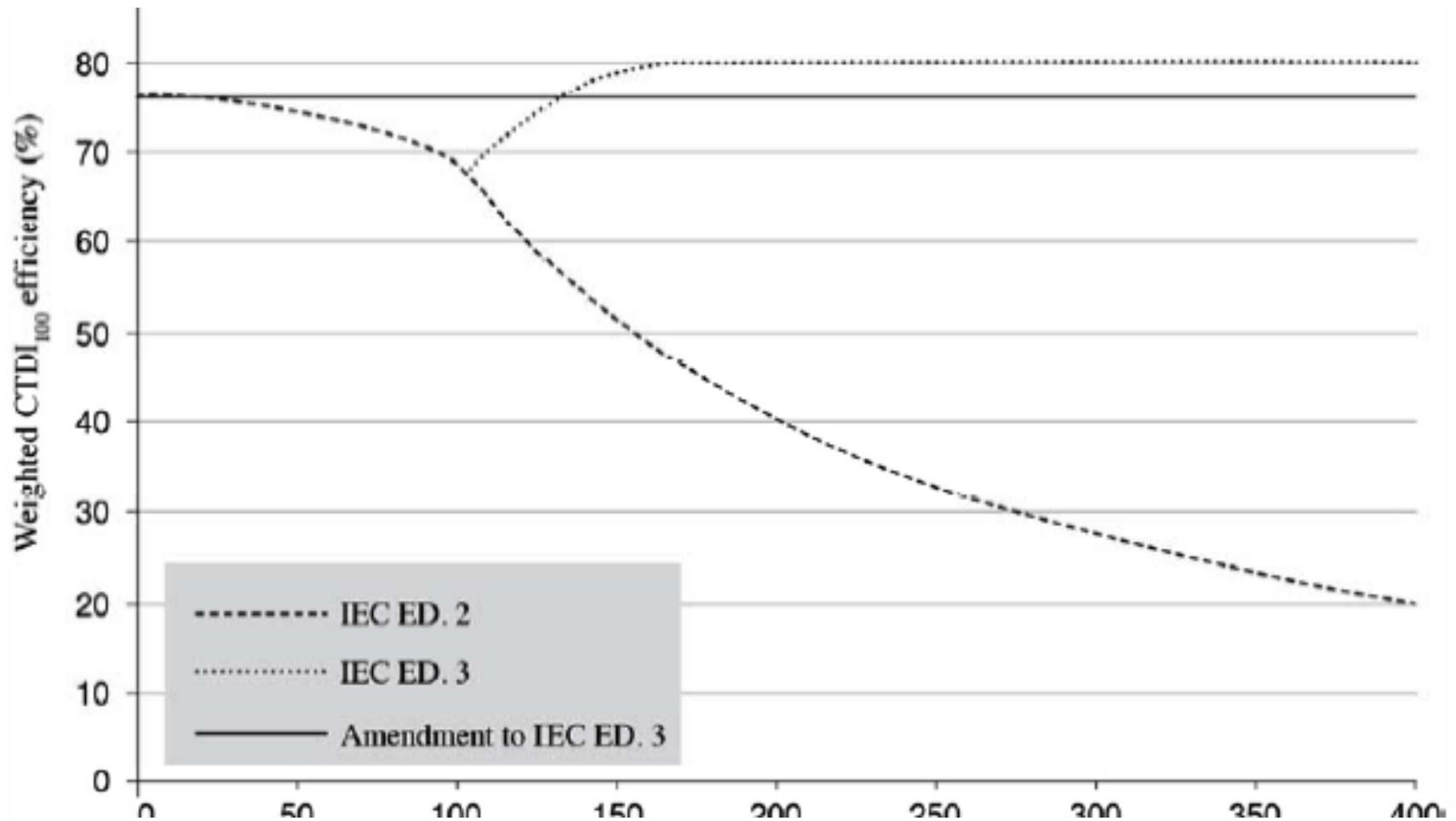
$$C_{100} = \frac{1}{\min(NT, 100\text{mm})} \int_{-50}^{50} K(z) dz$$

Ed.3, Amm. 1:

$$C_{100,NT} = \frac{1}{NT_{ref}} \int_{-50}^{50} K(z) dz \left\{ \begin{array}{l} C_{a,NT} \\ C_{a,ref} \end{array} \right.$$

*pro  $NT > 40\text{mm}$ ,  $NT_{ref} = 20\text{mm}$*

# Co s tím – přístup IEC





# IEC 60601-2-44 Ed. 3, Amendment 1

NT ≤ 40 mm

NT > 40 mm

$$C_{100} = \frac{1}{NT} \int_{-50}^{50} K(z) dz$$

$$C_{100,NT} = \frac{1}{NT_{ref}} \int_{-50}^{50} K(z) dz \left( \frac{C_{a,NT}}{C_{a,ref}} \right)$$

NT ≤ 60 mm

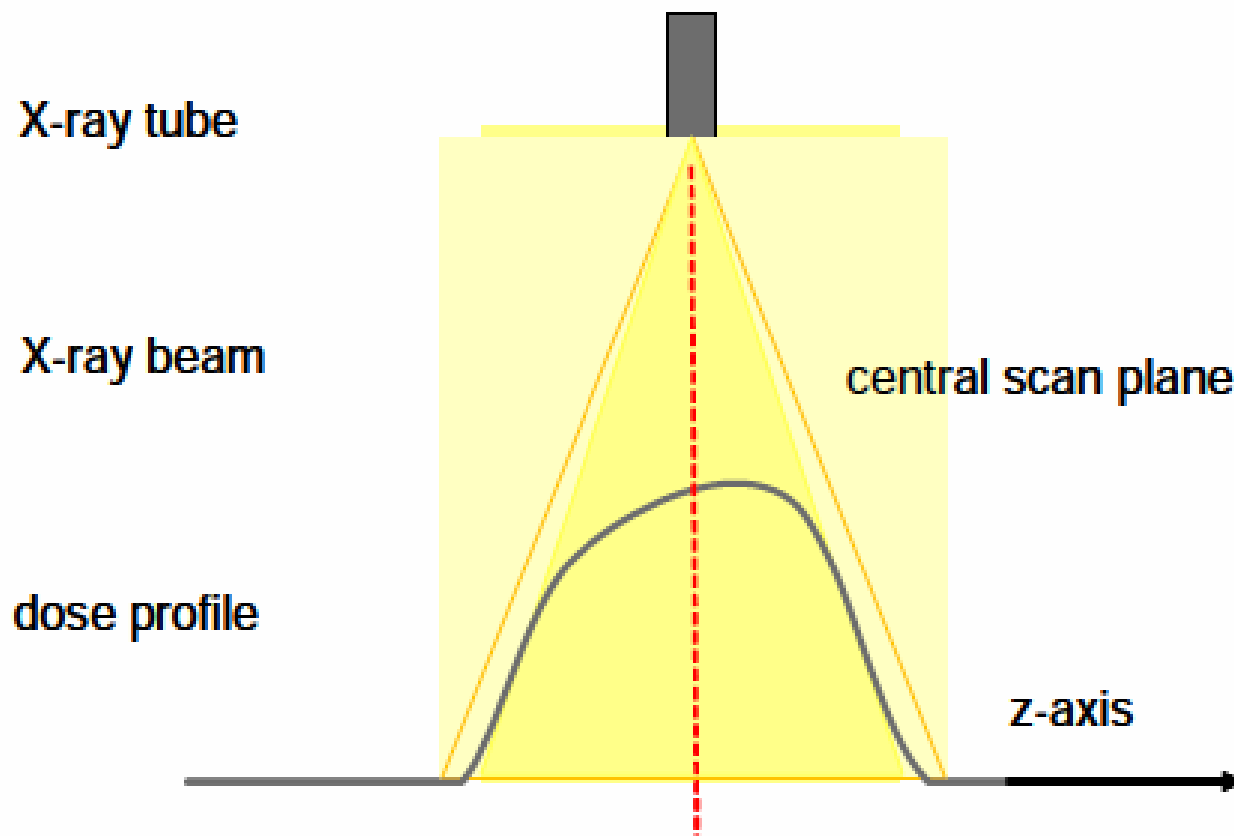
NT > 60 mm

$$C_{a,NT} = \frac{1}{NT} \int_{-50}^{50} K_a(z) dz$$

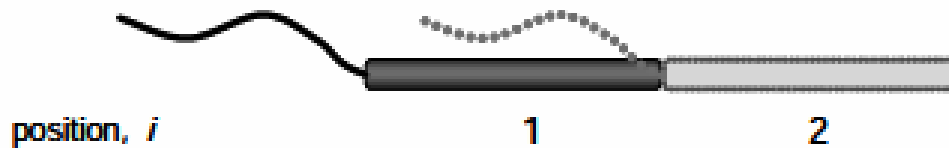
$$C_{a,NT} = \frac{1}{NT} \int_{-L/2}^{L/2} K_a(z) dz$$

$$L \geq NT + 40 \text{ mm}$$

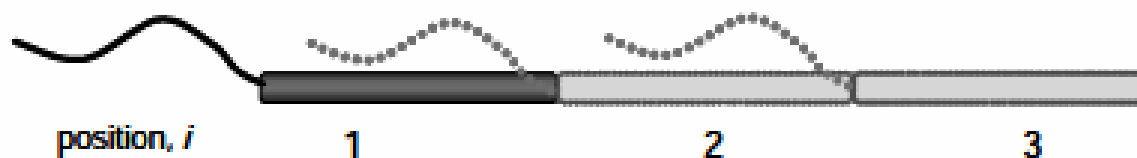
Důsledek: ve fantomu se už nebude měřit při kolimaci vyšší než 40 mm



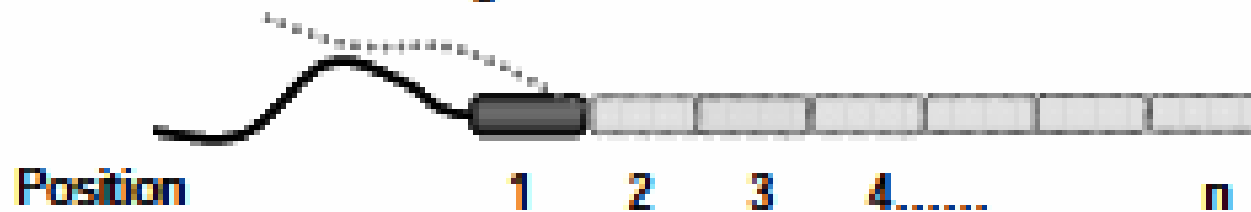
a. 100 mm ion chamber: two contiguous positions, integration length 200 mm



b. 100 mm ion chamber: three contiguous positions, integration length 300 mm



'smaller' ion chamber – contiguous measurements



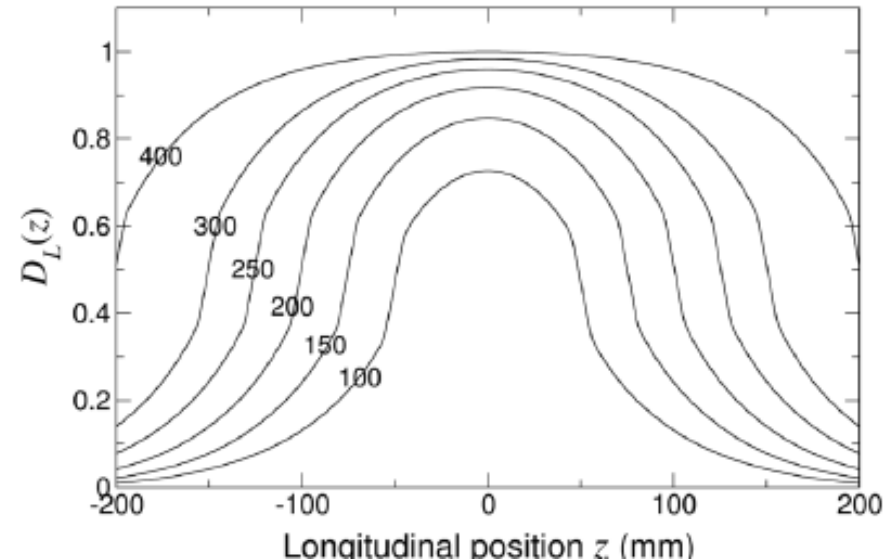
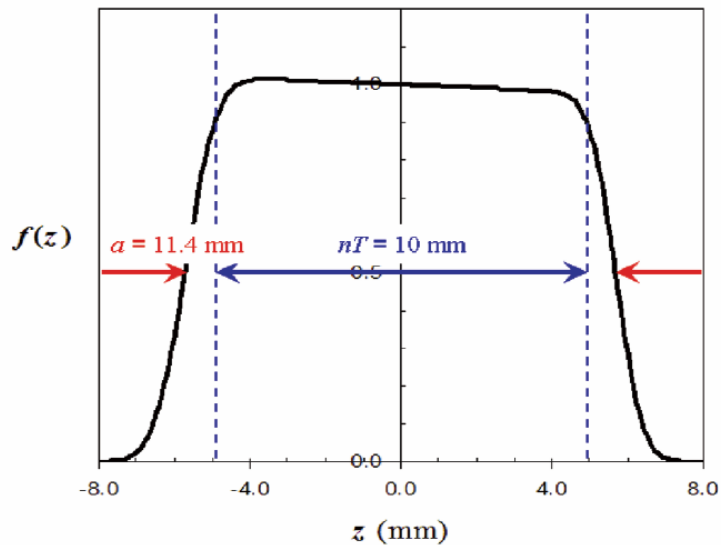
'longer' 300 mm ion chamber – single measurement



# Co s tím – přístup AAPM

Přechod od snahy integrace kermového profilu od jedné otáčky rentgenky k určení kerry ve středu skenovaného objemu pro reálný průběh skenovací sekvence – zavedení veličiny Kumulativní dávka - fce  $D_L(z)$  a Rovnovážná dávka  $D_{eq}$

**Dose Profile Free-in-Air**  
GE LS=16, Body Filter, Small Focal Spot  
 $nT = 4 \times 2.5 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$



AAPM report 111, 2010

$$D_L(z=0) = \frac{1}{b} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} f(z') dz'$$

# AAPM přístup

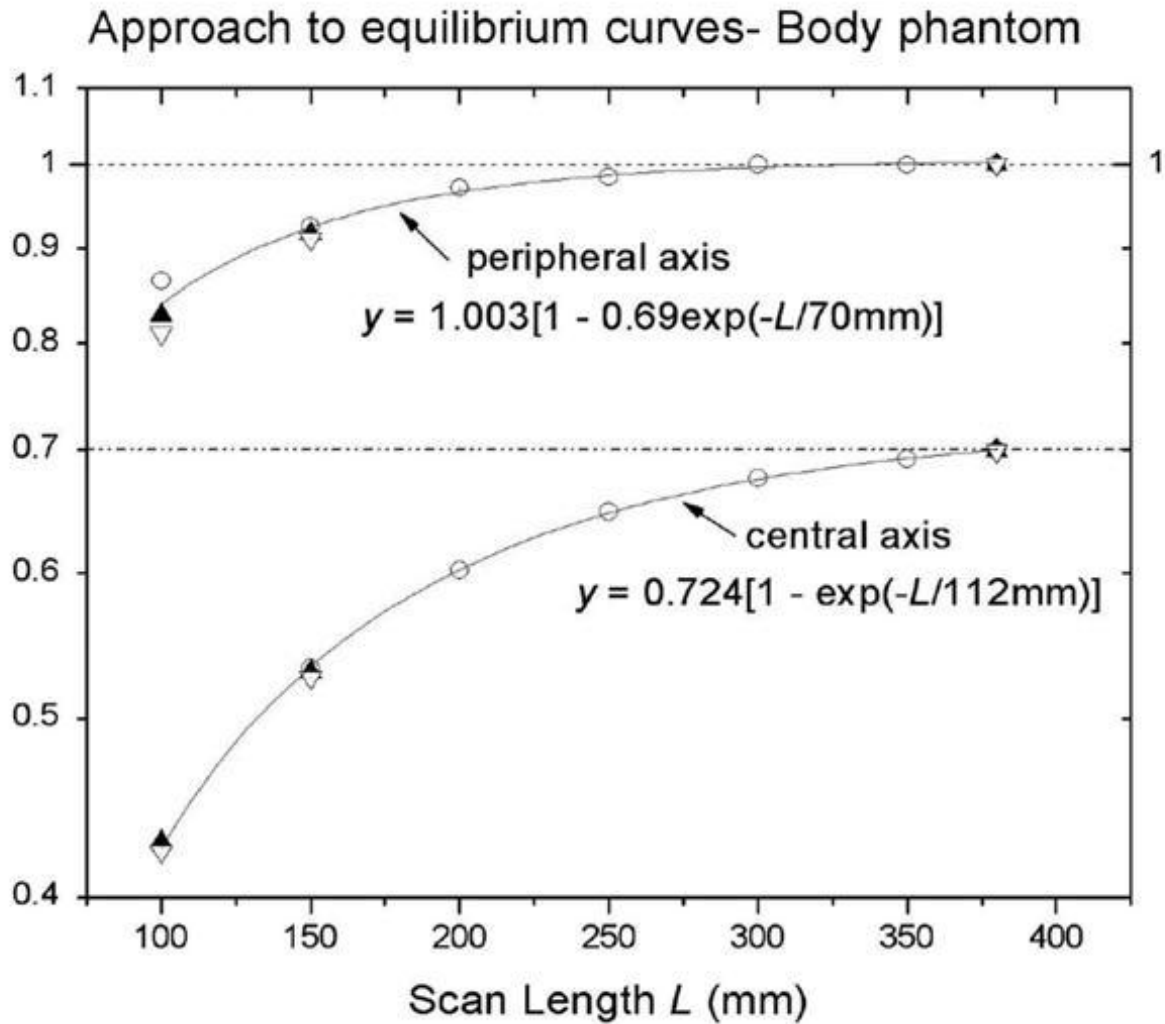
$$\lim_{L \rightarrow \infty} D_L(z=0) \rightarrow D_{eq} = \frac{1}{b} \int_{-\infty}^{\infty} f(z') dz' \propto \frac{a}{b}$$

$$D_{eq}(z=0) \gg D_{eq} = \frac{1}{b} \int_{-\infty}^{\infty} f(z') dz' \approx \frac{a}{pnT}$$

$$D_L(z=0) = h(L) \cdot D_{eq} \quad h(L) \xrightarrow{L=L_{eq}} 1$$

$$h(L) \gg 1 - a \exp\left(-\frac{4L}{L_{eq}}\right)$$

# AAPM přístup



# AAPM přístup

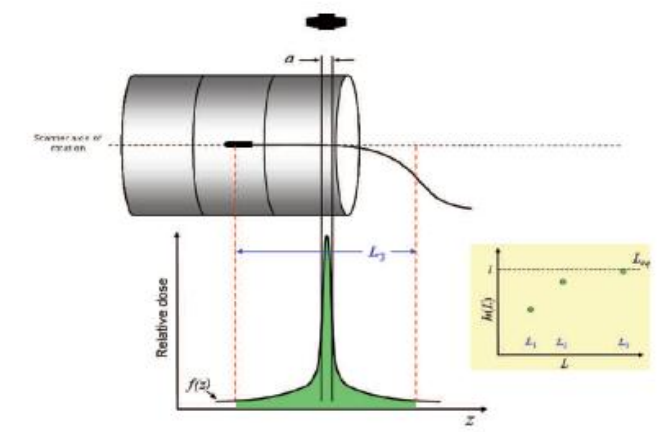
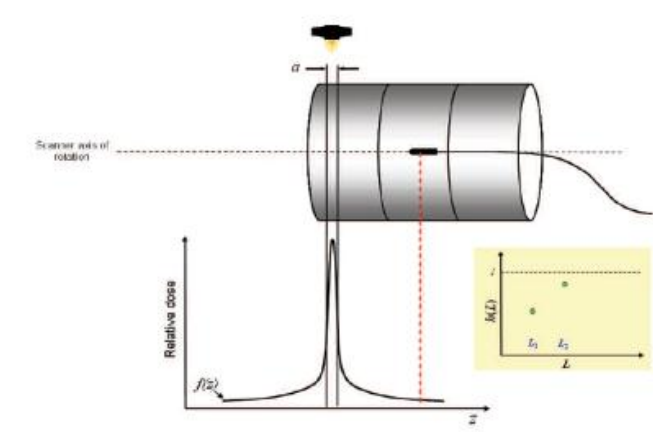
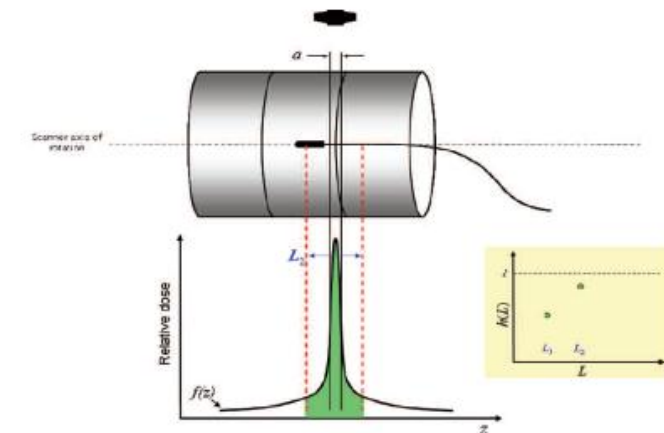
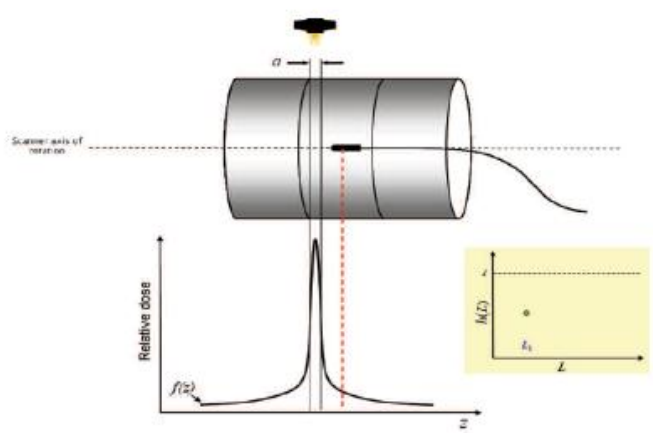
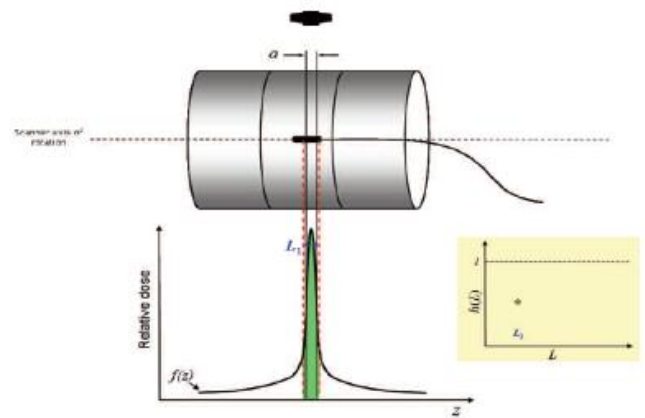
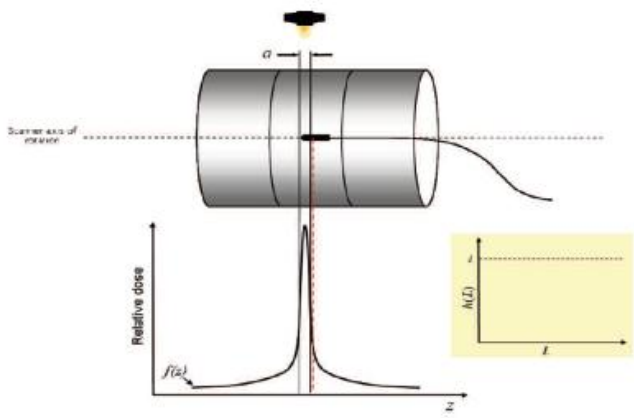
$$E_{TOT} = N\rho \int_{-\infty}^{+\infty} \int_0^R f(z,r) 2\pi r dr dz$$

$$E_{TOT} = bN\rho \int_0^R 2\pi r dr \left\{ \frac{1}{b} \int_{-\infty}^{+\infty} f(z,r) dz \right\}$$

$$E_{TOT} = bN\rho \int_0^R D_{EQ}(r) 2\pi r dr$$

$$\overline{D_{EQ}} = \frac{1}{\pi R^2} \int_0^R D_{EQ}(r) 2\pi r dr = \frac{1}{2} D_{EQ}^{Centrální} + \frac{1}{2} D_{EQ}^{Okraj.}$$

$$E_{TOT} = L\rho\pi R^2 \overline{D_{EQ}}$$





# Závěr

- IEC konzistentní v přístupu ke stanovení dávky, neopouští koncept kermového indexu, není snaha dosáhnout integrace celého  $K(z)$
- AAPM nový přístup ke stanovení  $C_{\infty}$ , neintegruje jeden kermový profil, ale integruje kermu (příkon) v centrální části objemu při skenování celého objemu (ekvivalentní integraci celého  $K(z)$ )