

CT - dozimetrie

Doc.RNDr. Roman Kubínek, CSc.

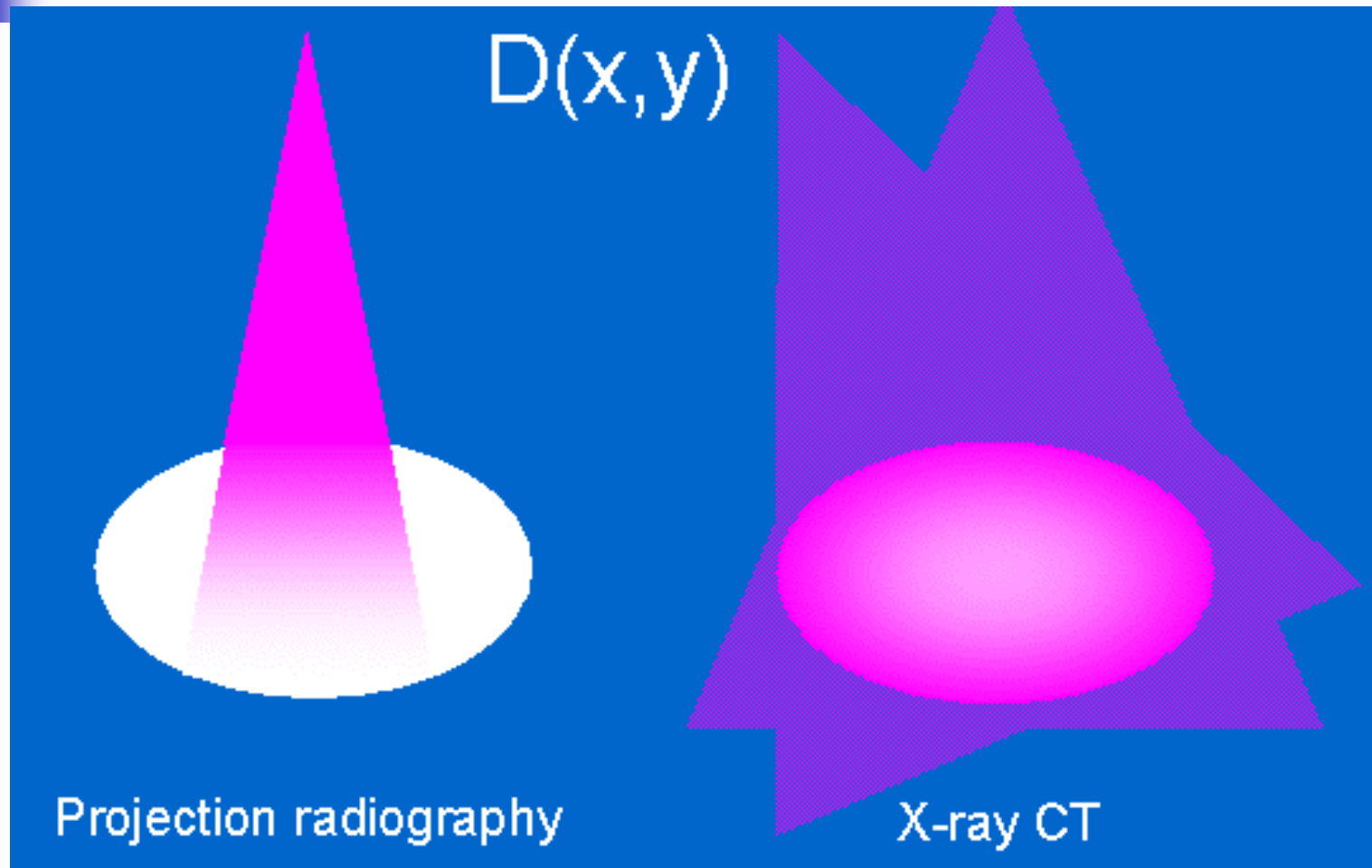
Předmět: lékařská přístrojová fyzika



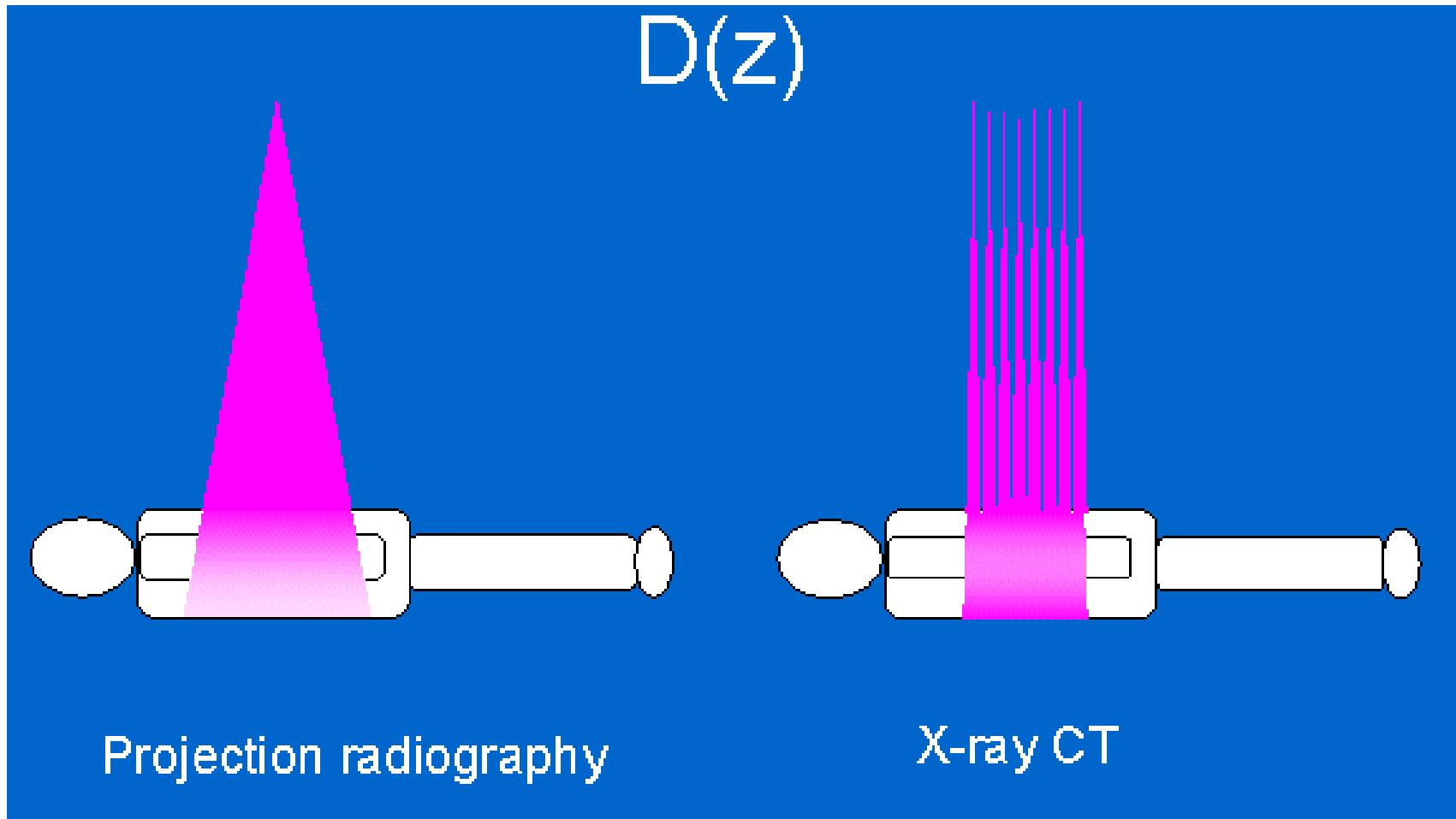
CT dozimetrie

- **Rozdělení dávky**
- **Definice dávky**
- **Instrumentace**
- **Definice CTDI**
- **Rizika, efektivní dávka**
- **Diagnostické referenční úrovně**

Rozdělení dávky v rovině



Rozdělení dávky v podélné rovině (osa z)



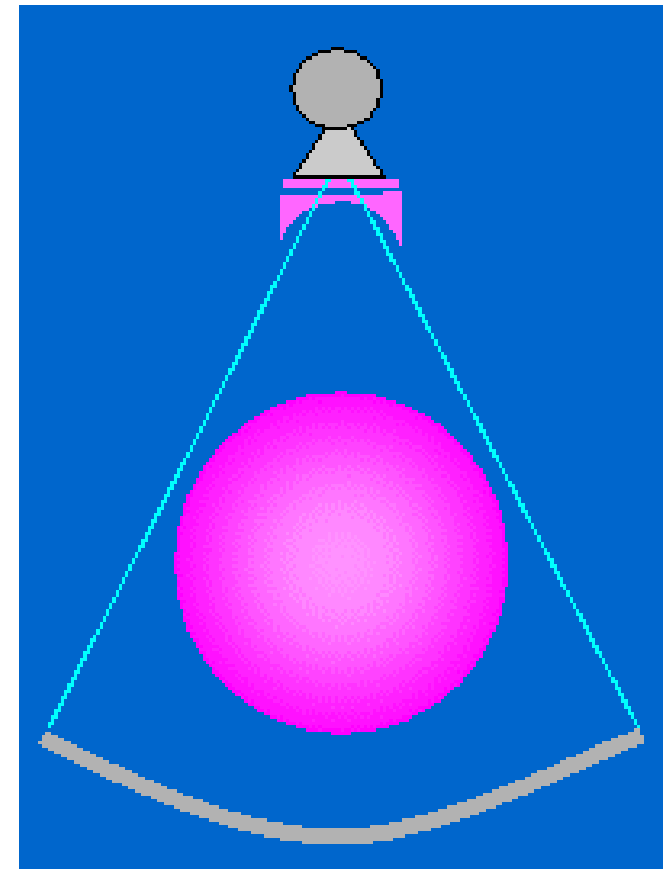
Rozdělení dávky v rovině skenu

Závisí na:

- filtraci rtg záření
- tvarování svazku
- geometrii skeneru
- velikosti pacienta (fantomu)

Stejněměrnější je pro:

- větší filtraci
- optimalizovaný tvar svazku
- menšího pacienta (fantom)



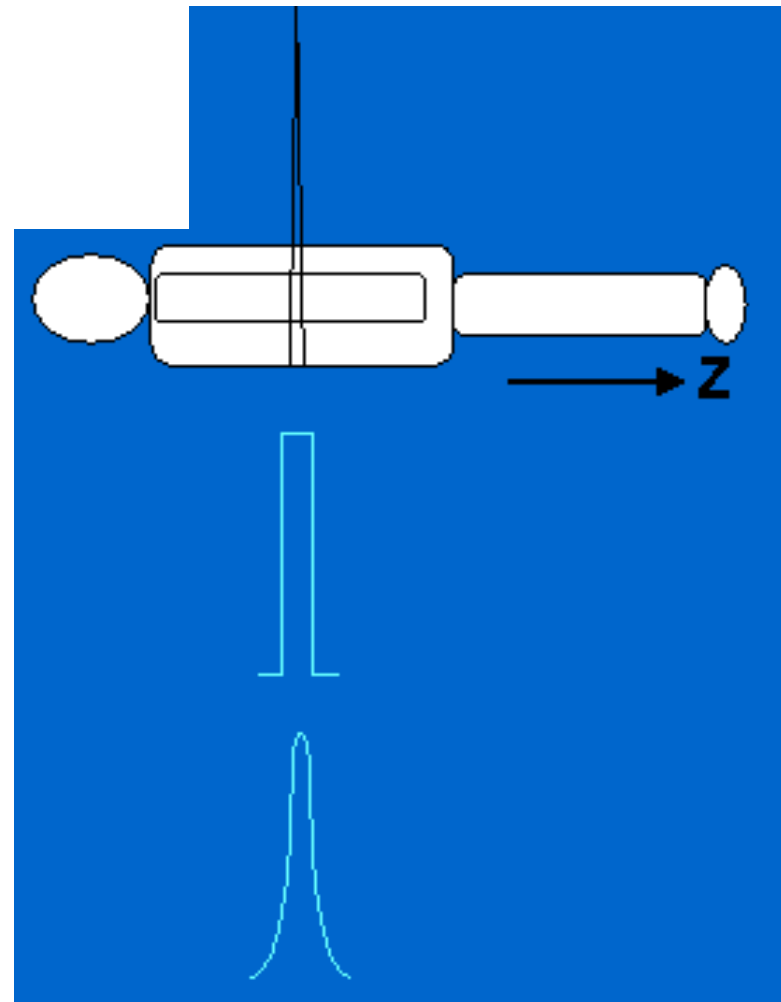
Rozdělení dávky ve směru normály k rovině skenu

Závisí na profilu dávky a přírůstku
(stoupání)

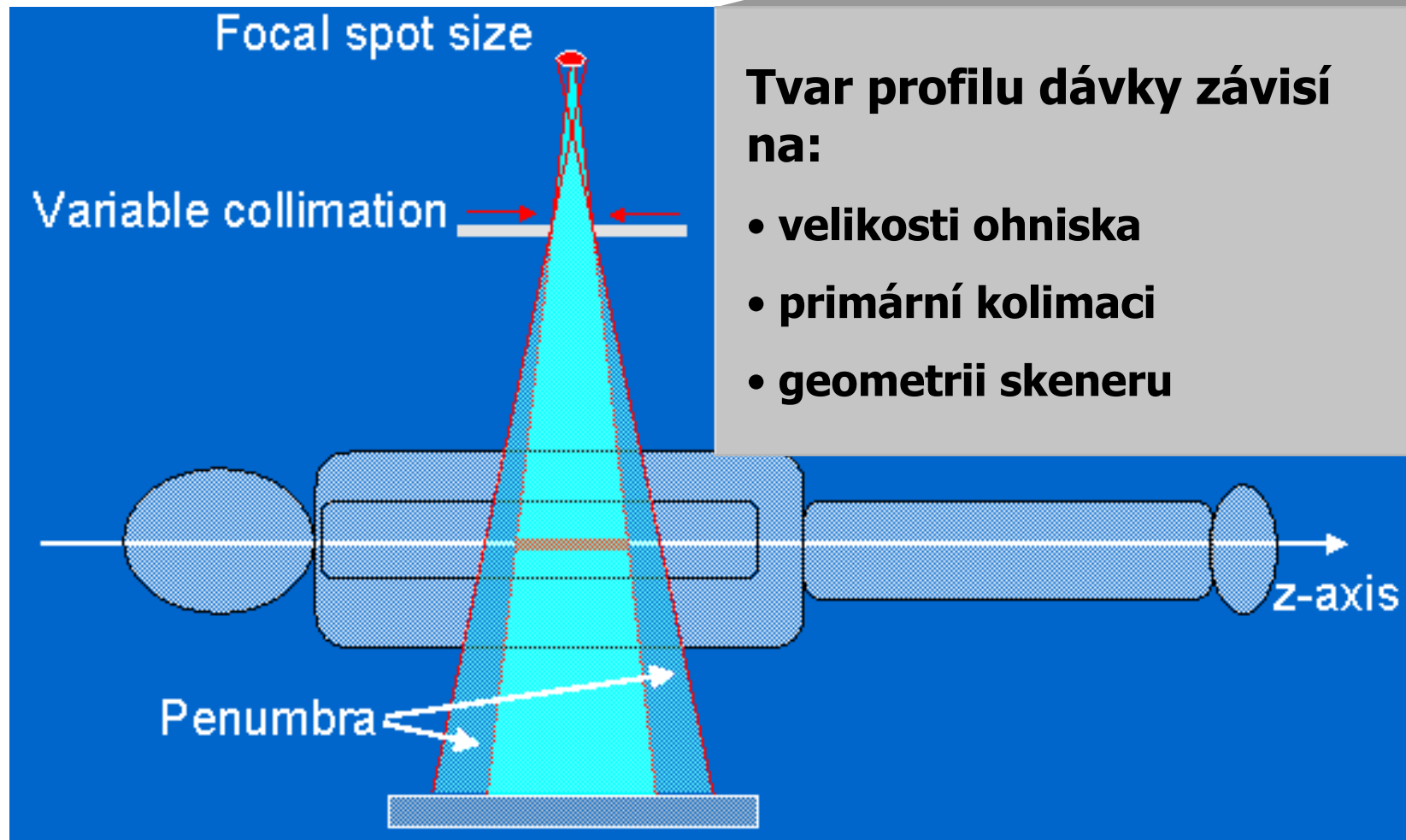
Dávkový profil jednotlivého řezu

ideální

reálný



Rozdělení dávky ve směru normály k rovině skenu



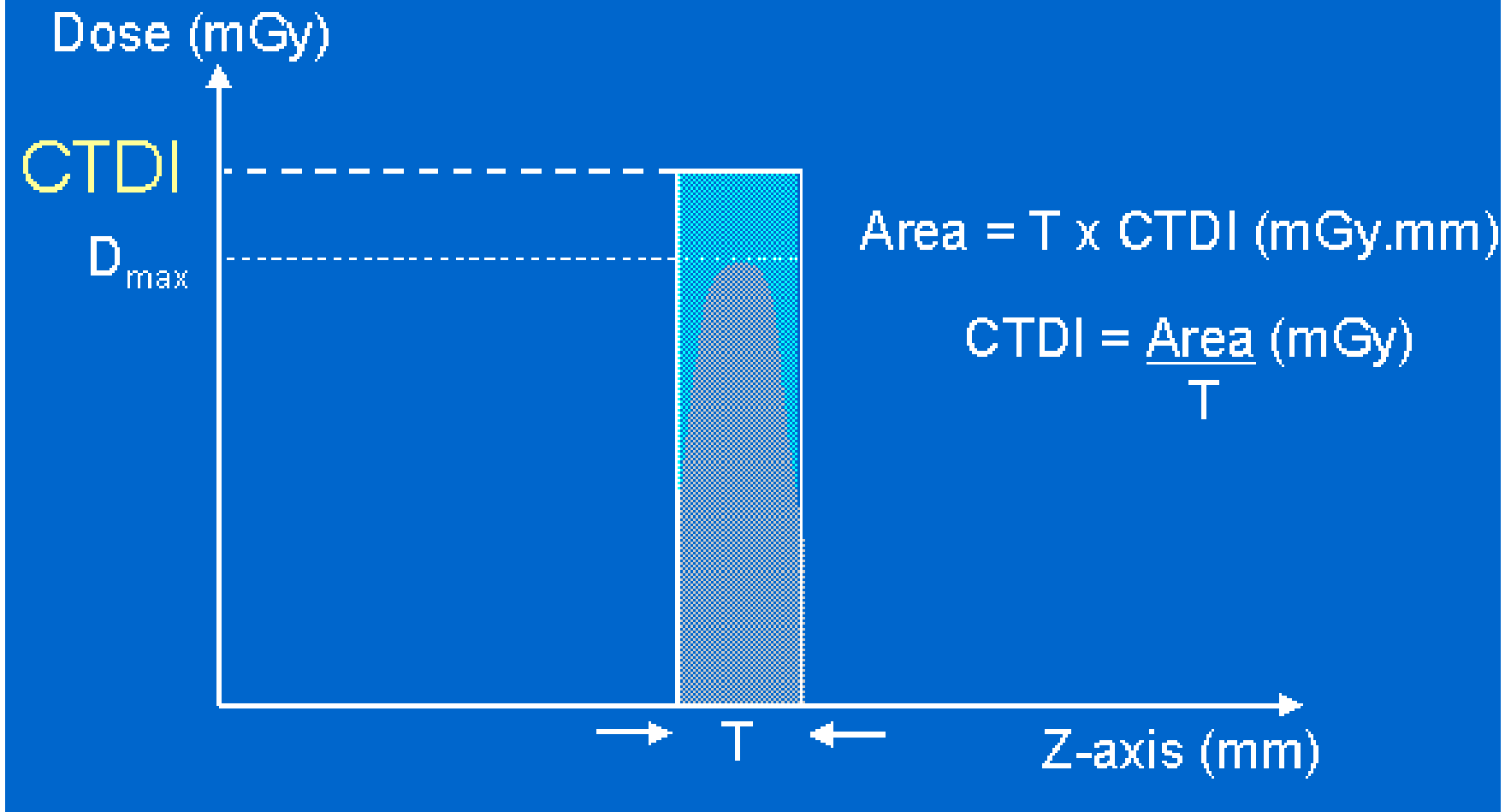


CTDI – Dávkový index CT

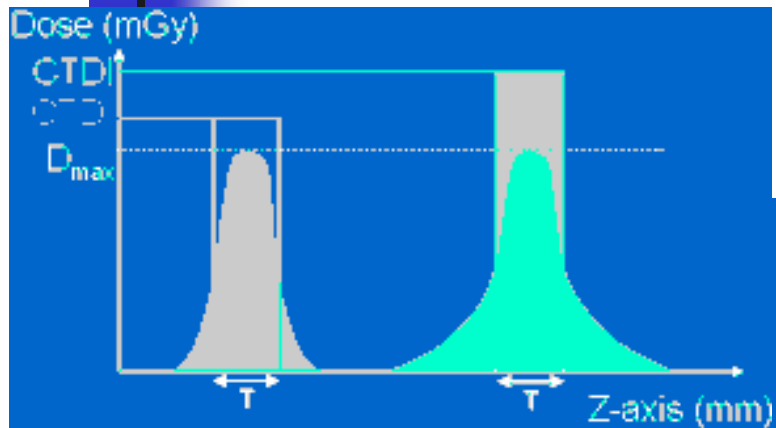
CTDI – pomocí něho je definována dávka záření při CT vyšetřeních

CTDI je odvozen z měření dávek na jednotlivých řezech

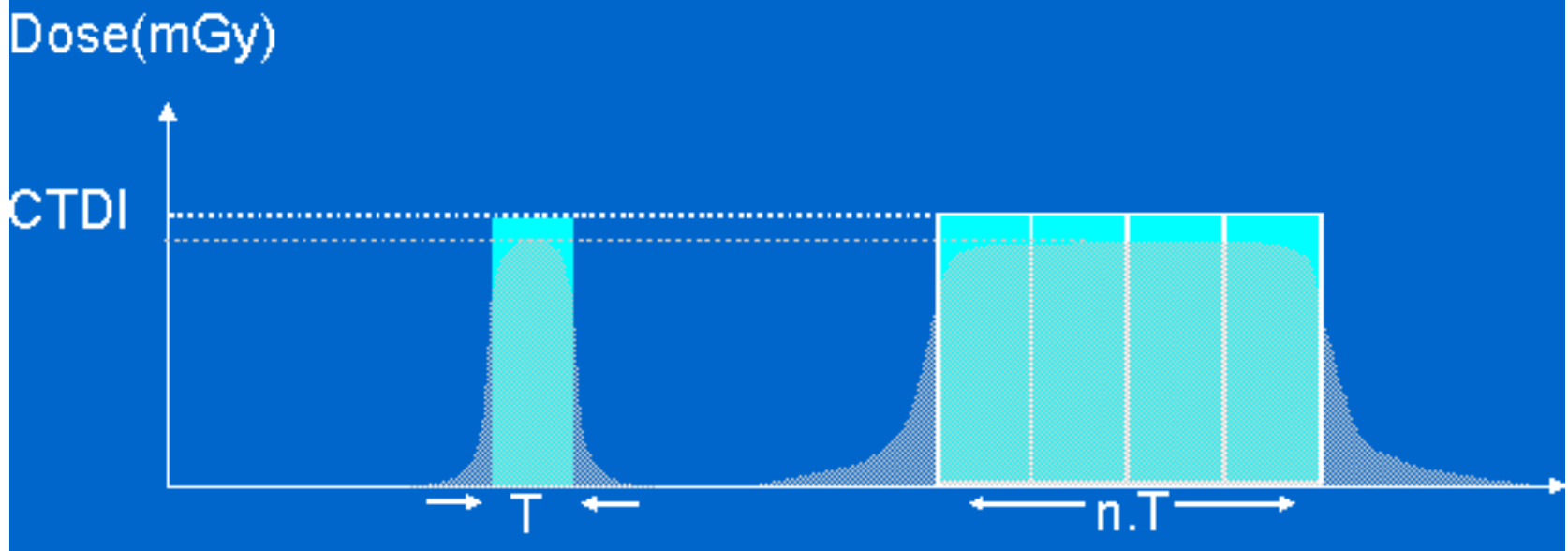
Dávkový ukazatel - CTDI



Dávkový ukazatel - CTDI

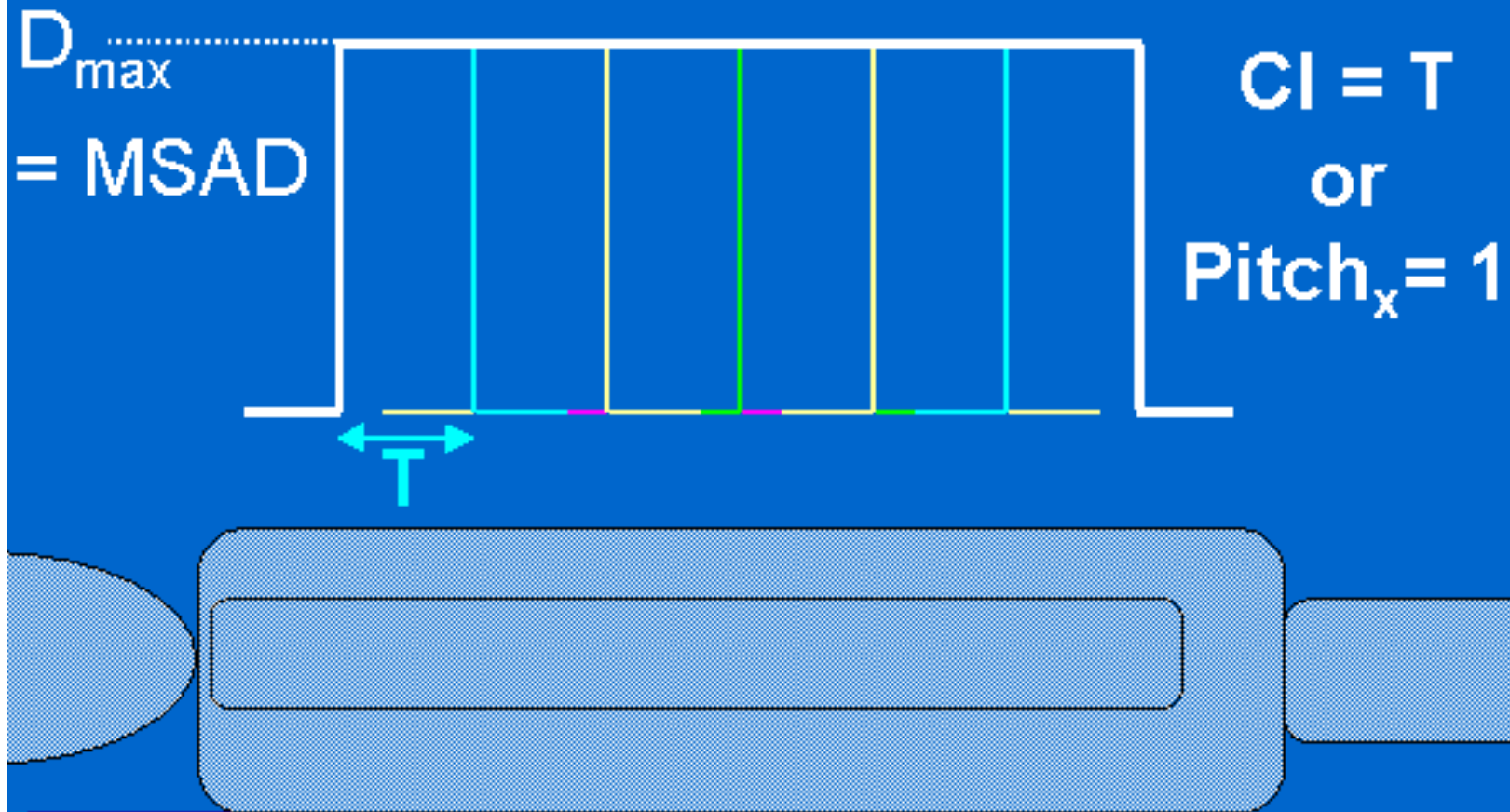


$$CTDI = \frac{\text{Area}}{n \cdot T}$$

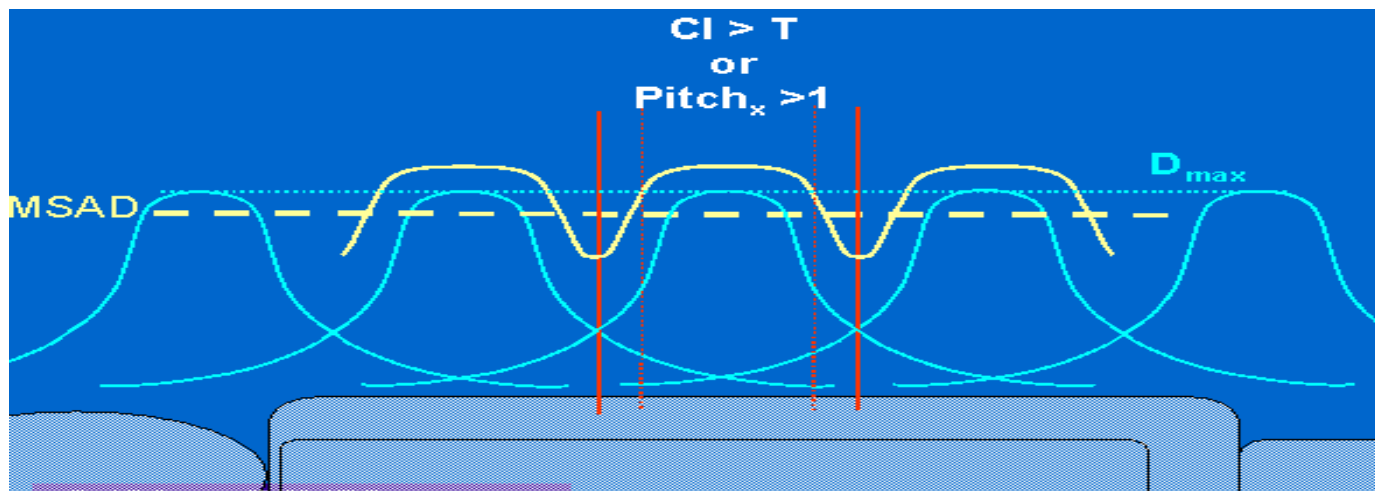
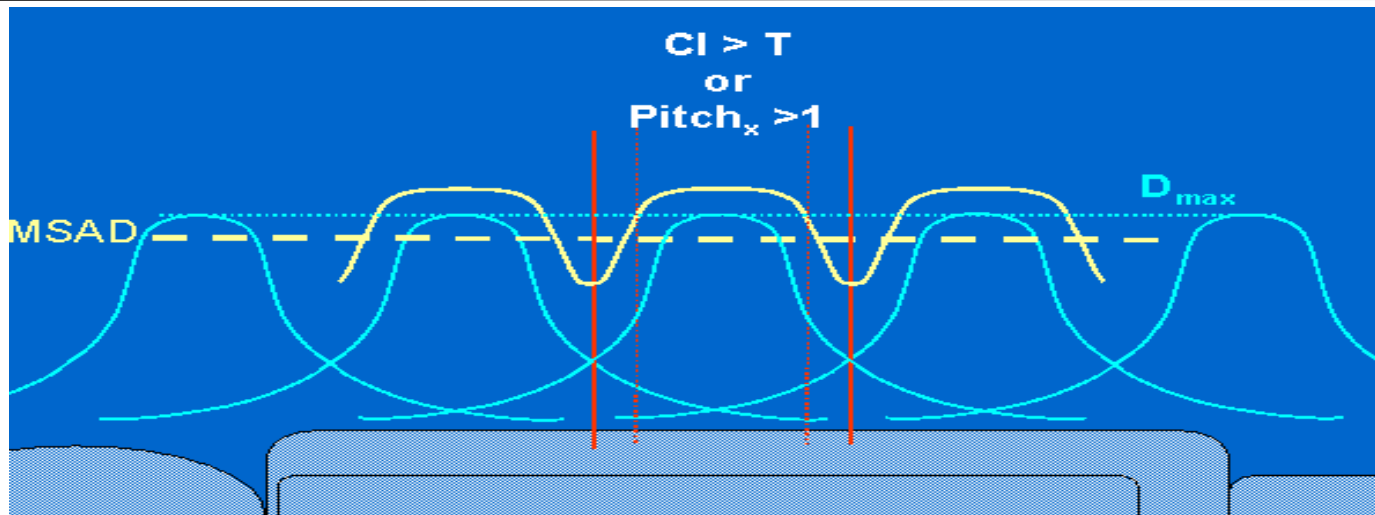


MSAD-(Multiple Scan Average Dose) Průměrná dávka násobného skenu

- Ideal dose profile



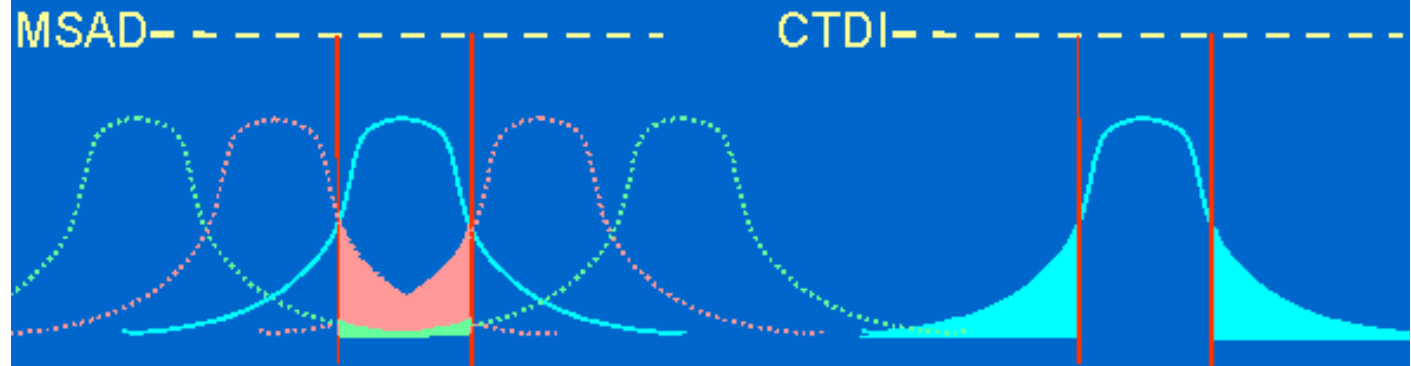
MSAD-(Multiple Scan Average Dose) Průměrná dávka násobného skenu



CTDI a MSAD

If $CI = n.T$ or $Pitch_x = 1$

$$MSAD = CTDI$$



$$MSAD = CTDI \cdot \left[\frac{n.T}{CI} \right]$$

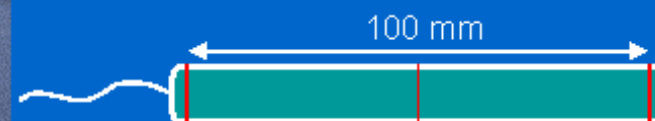
$$MSAD = CTDI \cdot \frac{1}{Pitch_x}$$

Axiální sken

Spirálový sken

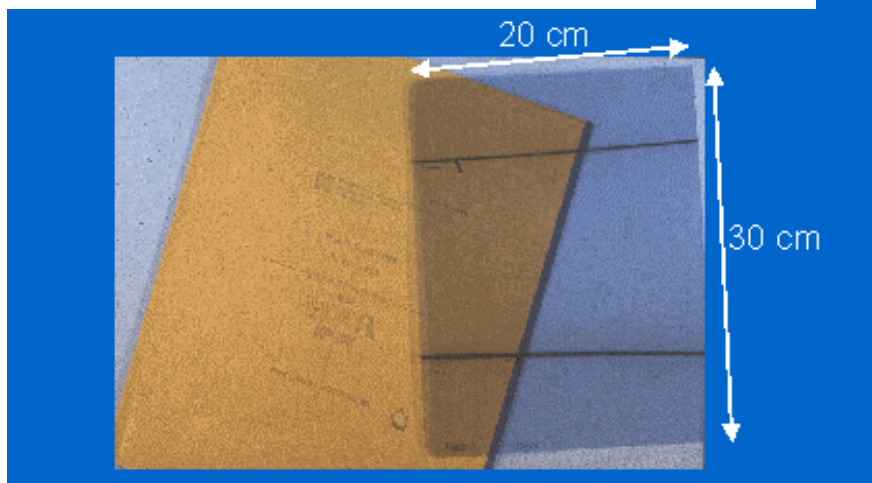
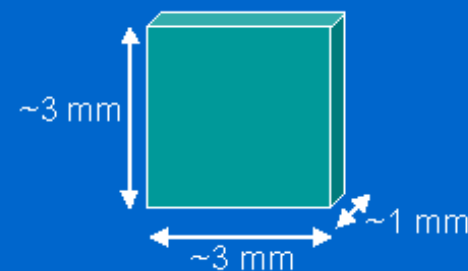
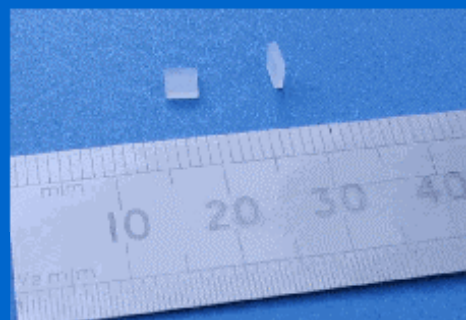
Instrumentace

Ionizační komůrky



Tužkové dozimetry

Termoluminiscenční detektory

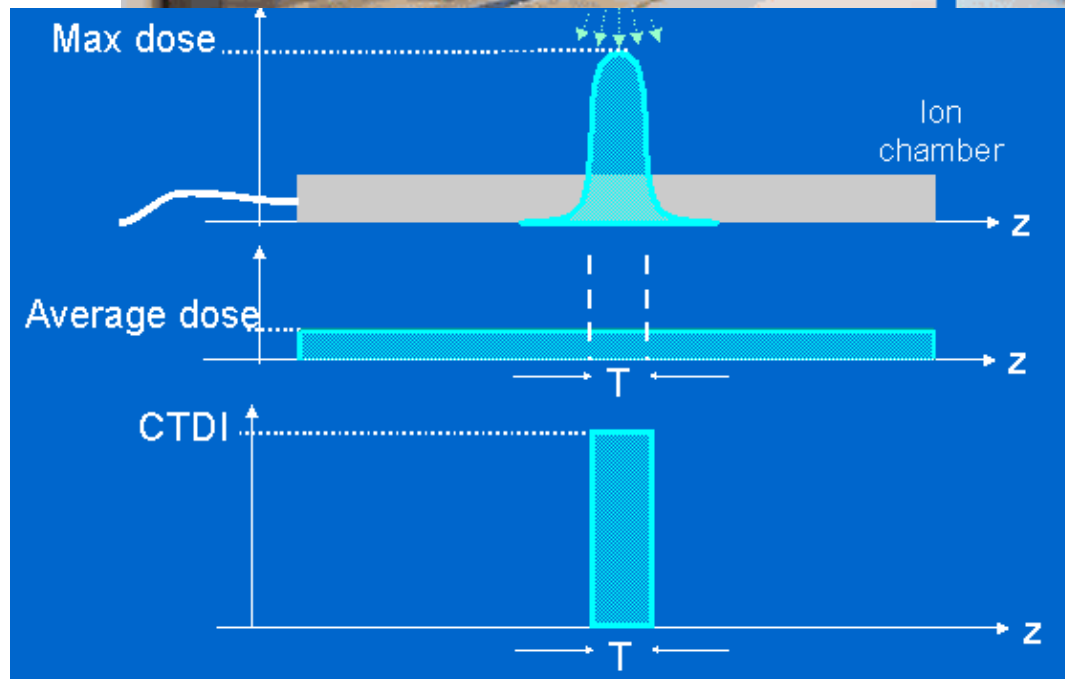
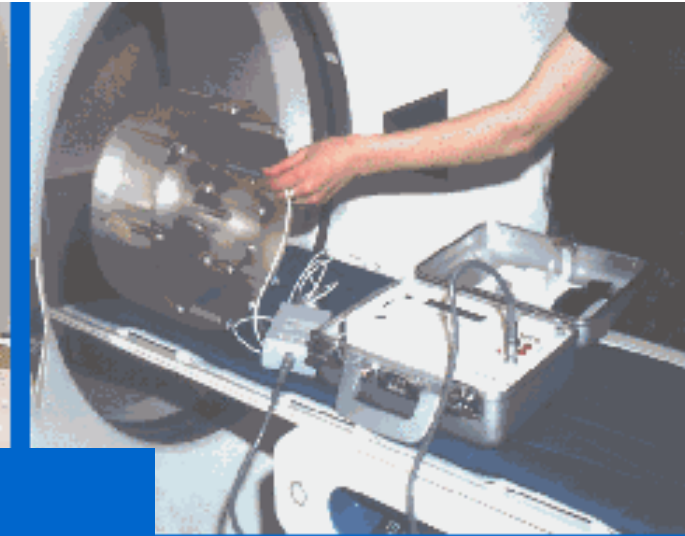


Radiografický film

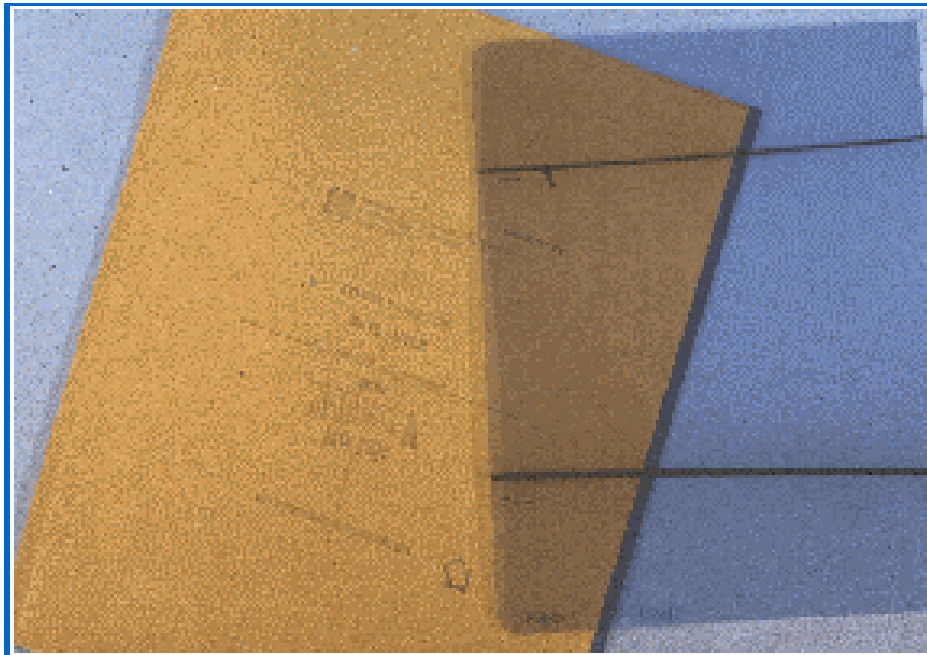
Měření s ionizačními komůrkami

Měření: na vzduchu

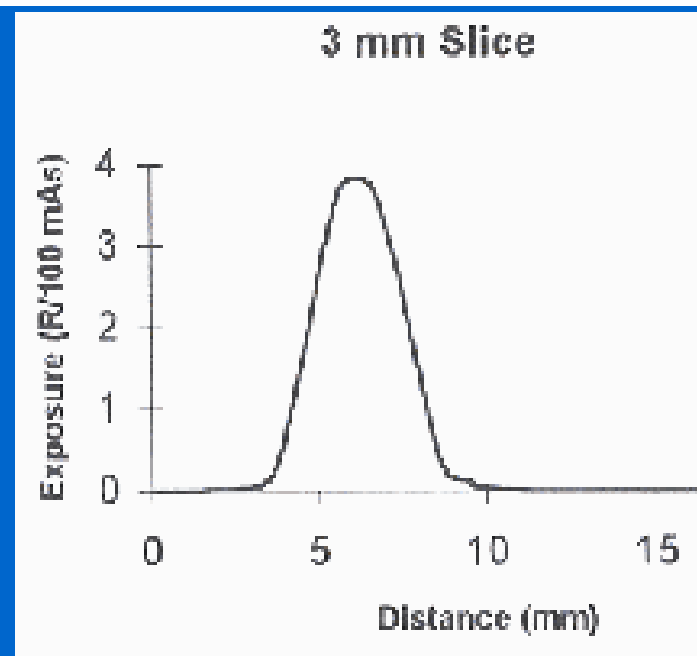
s fantomem



Měření s radiografickým filmem

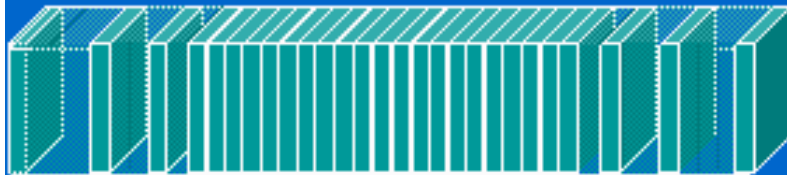
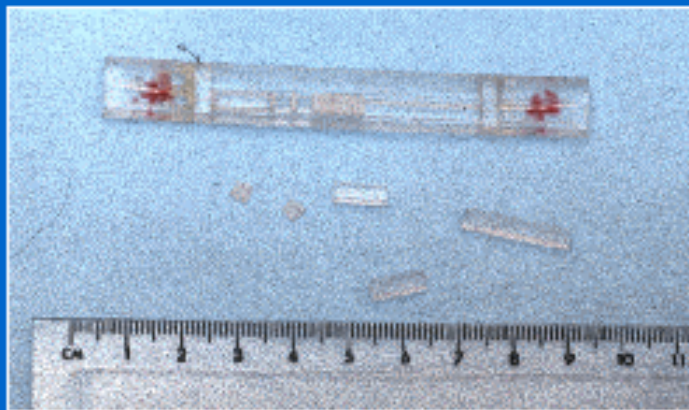


Radiografický film

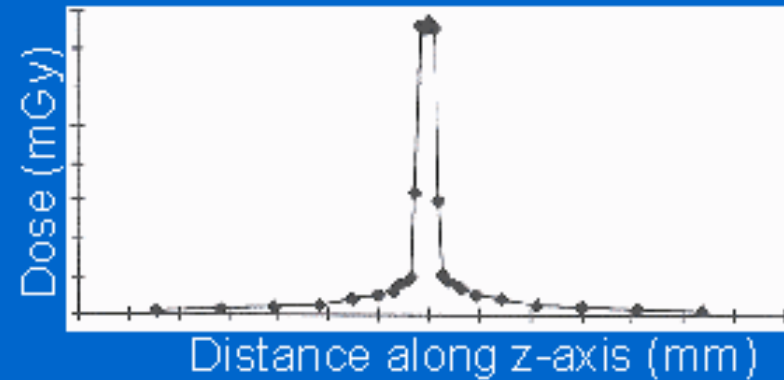


denzitometrický záznam

Měření s termoluminiscenčními detektory

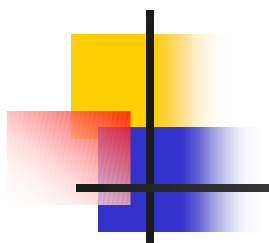


**Sendvič z jednotlivých
detektorů**

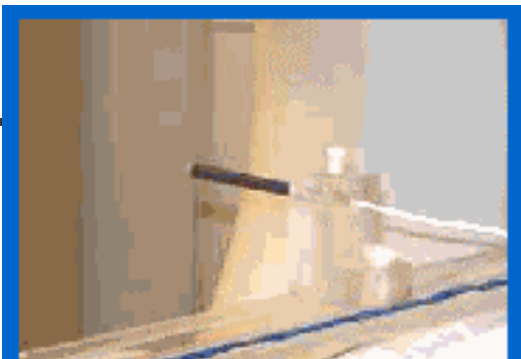


**profil sestavený z hodnot
na jednotlivých TLD**

CTDI-měřící média



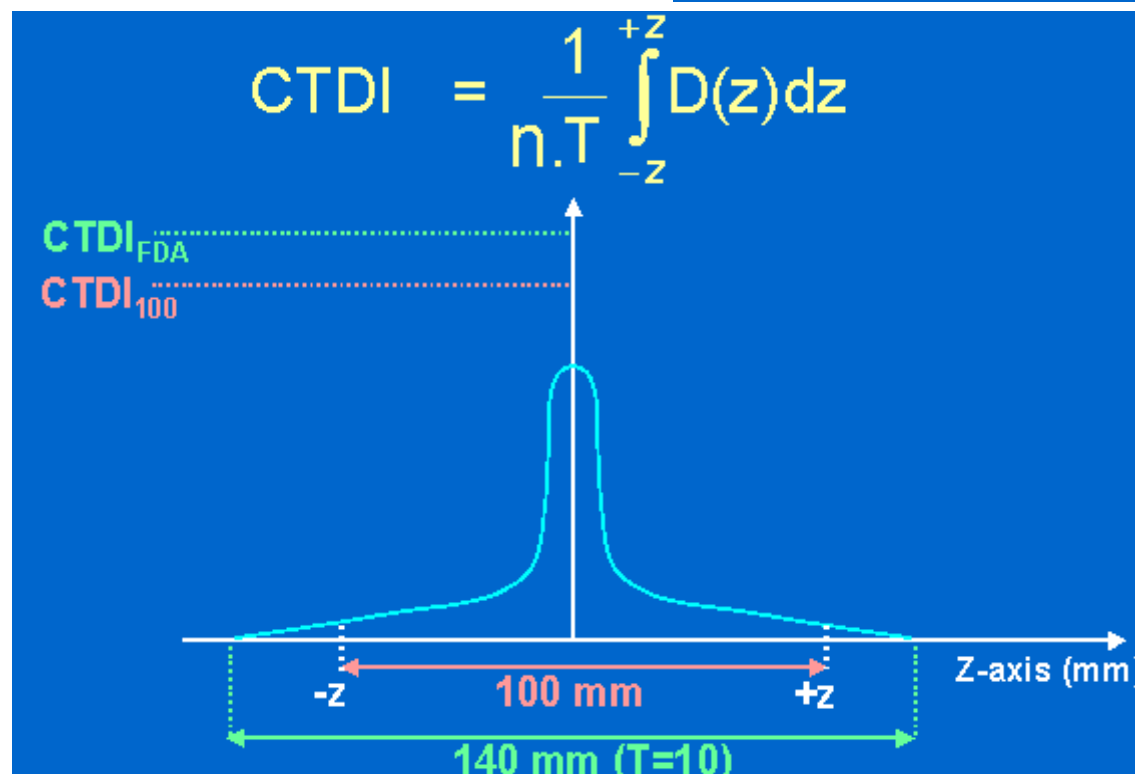
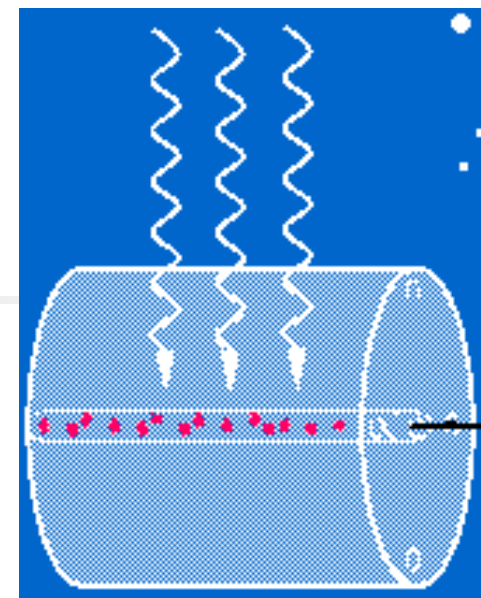
Vzduch



Fantom



Ekvivalent tkáně





Definice dávek

Absorbovaná dávka

průměrná hodnota energie absorbovaná hmotnostní jednotkou (mGy)

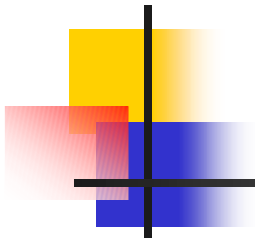
Tělesná dávka

Průměrná energie absorbovaná daným tělním orgánem (mGy)

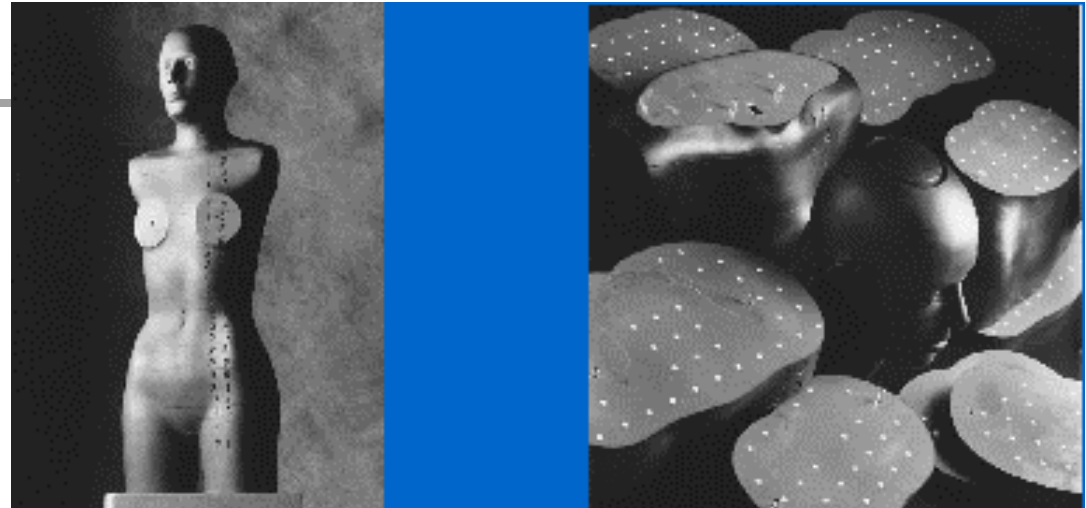
Efektivní dávka

Radiační riziko, kterému je pacient vystaven (mSv)

Efektivní dávka (E)



**Antropomorfický fantom
Matematické Monte Carlo
simulace**



Dávkový ekvivalent (H_T) = absorbovaná dávka x jakostní faktor

Nutno započítat hmotnostní faktor (W_T)

Efektivní dávka

$$E = \sum (H_T \times W_T)$$

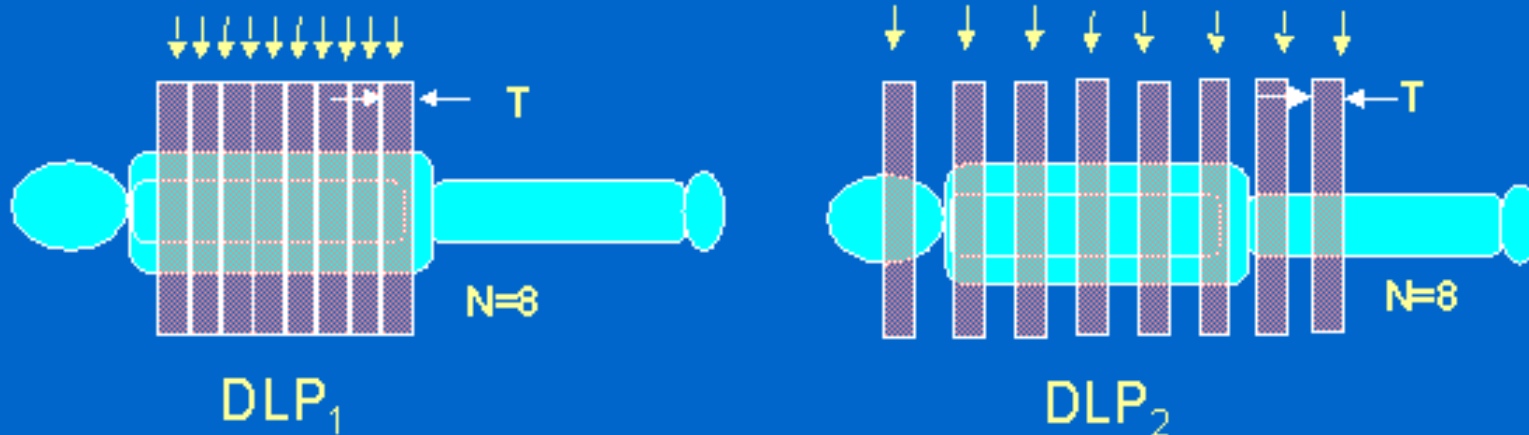
Výsledná délková dávka (DLP)

$$DLP = CTDI_w \cdot N \cdot T \text{ (mGy.cm)}$$

T = nominal slice width

Axial: N = no. of slices

Helical: N = no. of rotations



$$DLP_1 = DLP_2$$

Diagnostické referenční hodnoty dávek

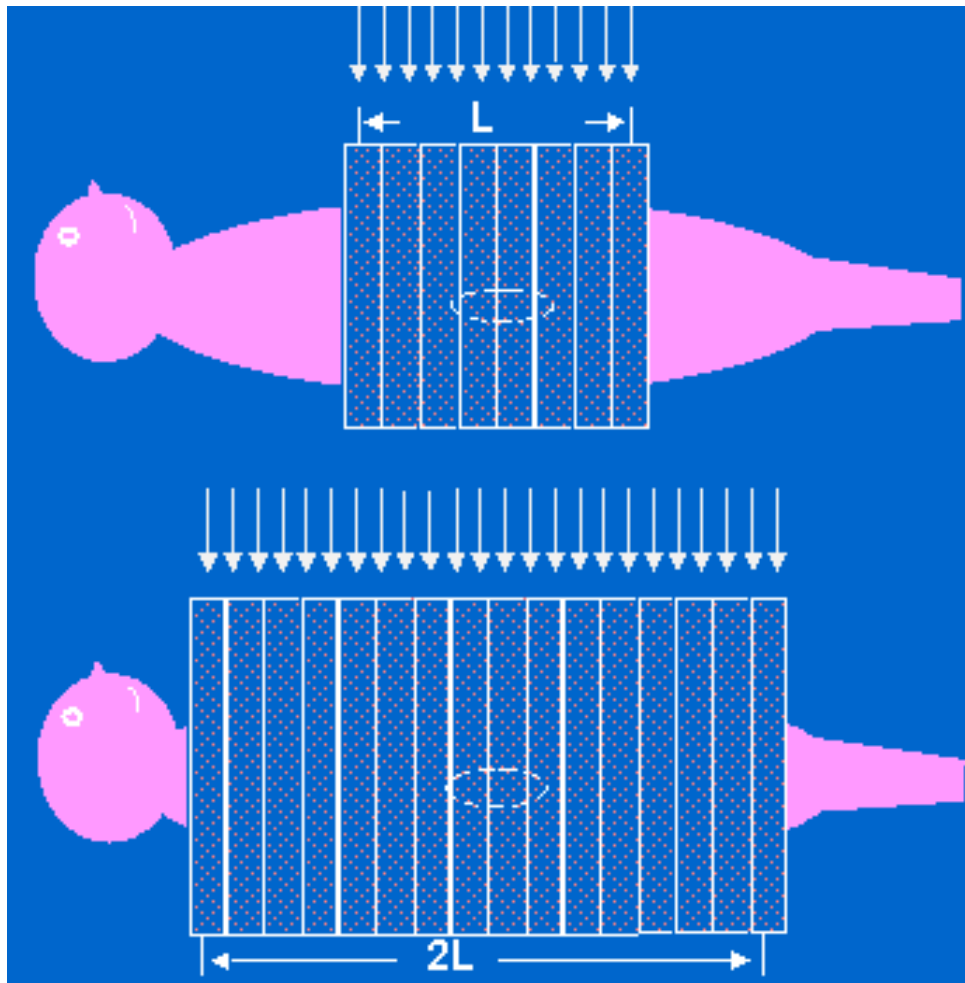
Examination	Diagnostic Reference Level	
	CTDI _w (mGy)	DLP (mGy cm)
Routine head	60	1060
Face and sinuses	35	360
Vertebral trauma	70	460
Routine chest	30	650
HRCT or lung	35	280
Routine abdomen	35	780
Liver and spleen	35	900
Routine pelvis	35	570
Osseous pelvis	25	520



Praktická dozimetrie u pacienta

- **vliv skenovacích parametrů**
- **spirální skenování, sken s násobnými řezy (porovnání jak se projeví změny dávek)**
- **srovnávací dozimetrie**
- **měření kožních dávek**
- **výpočet tělních dávek a efektivních dávek**

Vliv skenovacích parametrů (dvojnásobná délka obrazu, stejná šířka řezu)



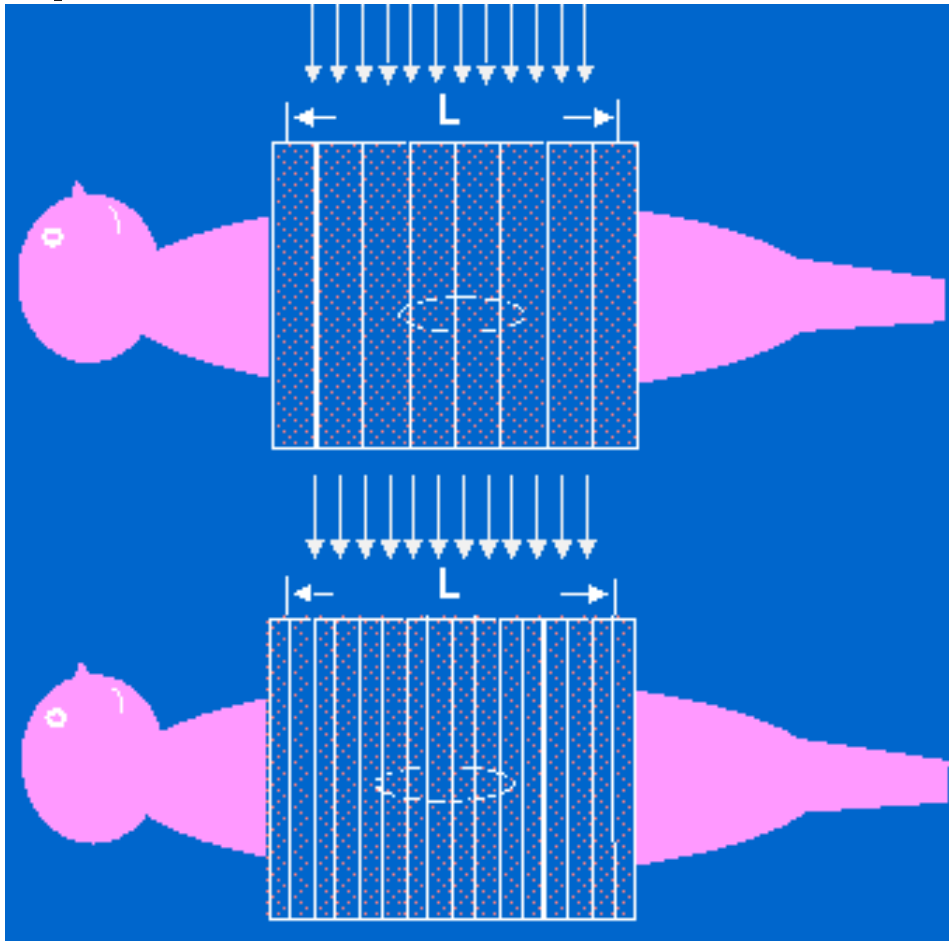
**Stejný proud I (mA)/řez,
stejné napětí (kV)**

**Absorbovaná dávka = stejná
Tělesná dávka (celý orgán) =
stejná**

DLP = x2

E(efektivní dávka) = \sim x2

Vliv skenovacích parametrů (stejná délka obrazu, poloviční šířka řezu)



**Stejný proud $I(\text{mA})$ /řez,
stejné napětí (kV),**

Dvojnásobný počet řezů

Absorbovaná dávka = stejná

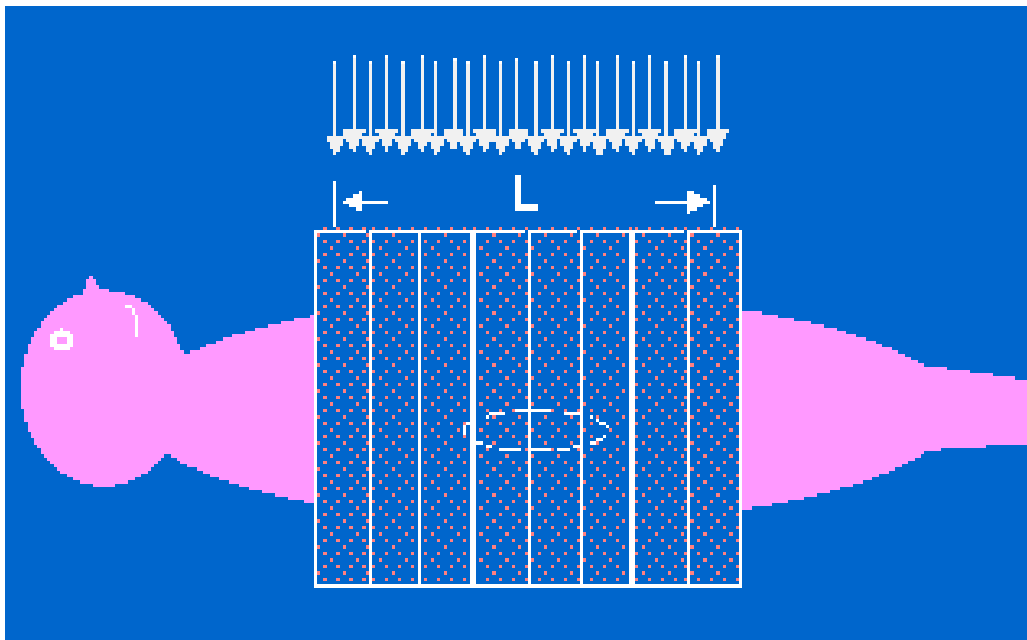
**Tělesná dávka (celý orgán) =
stejná**

DLP = stejná

E(efektivní dávka)= stejná

Vliv skenovacích parametrů (dávka vers. proud)

Dávka narůstá přímoúměrně narůstajícímu proudu



Dvojnásobný proud

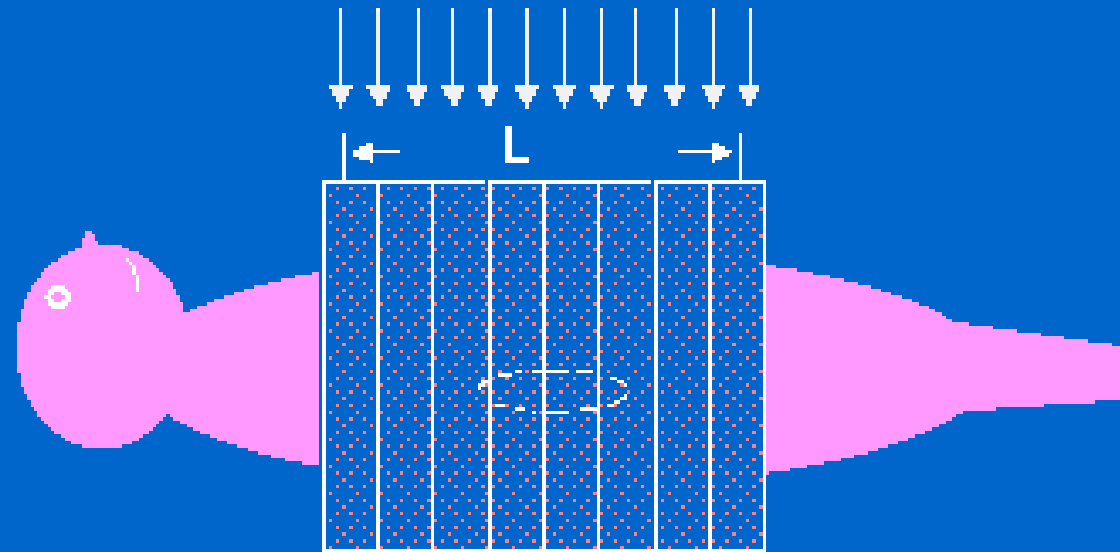
Absorbovaná dávka = x2

**Tělesná dávka (celý orgán) =
x2**

DLP = x2

E(efektivní dávka)= x2

Vliv skenovacích parametrů (dávka vers. urychlovací napětí)



80kV

120kV

140 kV

0.4

1

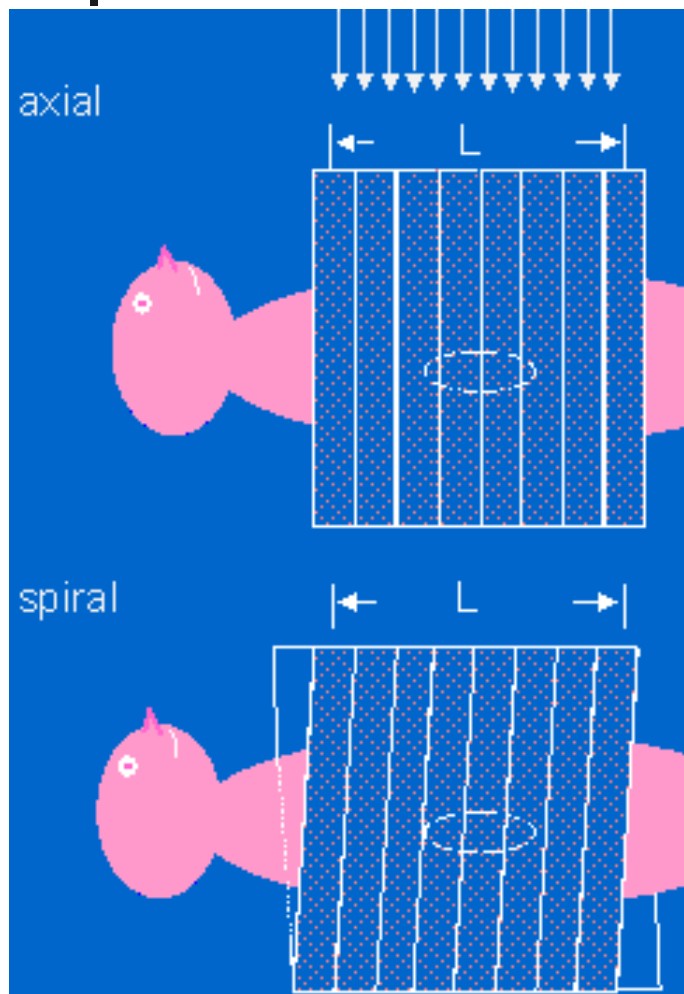
1.4

~

Single Slice Spiral Scanning (Spirální sken s jedním řezem)



Axiální vers. spirální sken



Shodné kolimované řezy, stejná délka

Stejný proud/otáčku

**Stejný posun stolu na 1 otáčku
rentgenky**

Vliv na dávku:

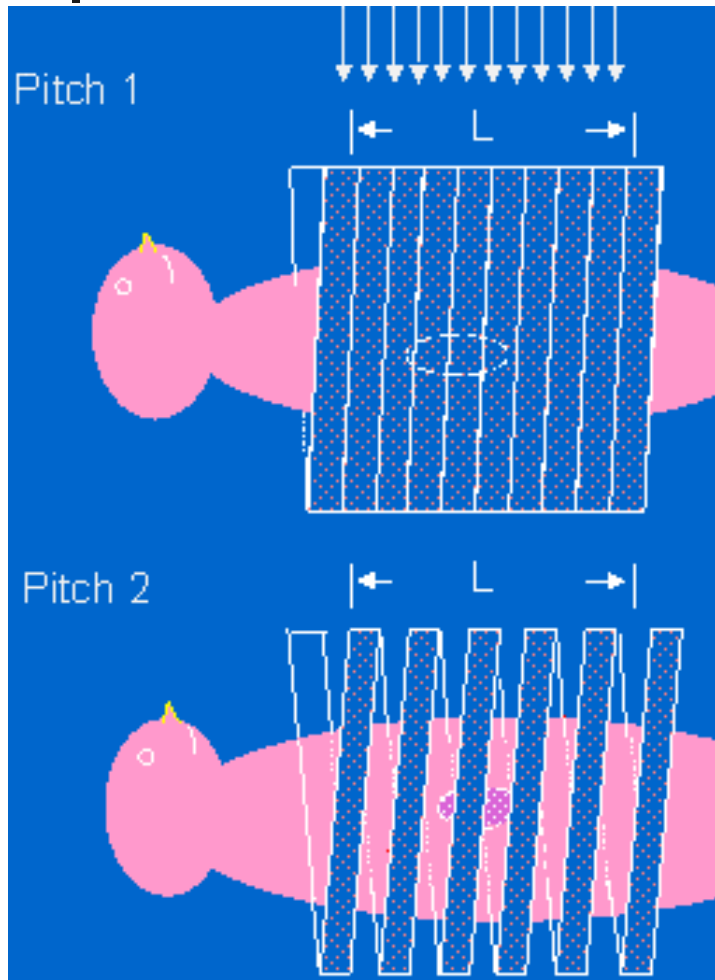
Průměrná tělesná dávka=stejná

DLP=stejná

Efektivní dávka ~ stejná

Axiální = spirální

spirální sken (stoupání 1 vers. 2)



Stejný kolimovaný řez, stejná délka

Stejný proud/otáčku

Dvojnásobný krok z 1 na 2

Poloviční počet otáček

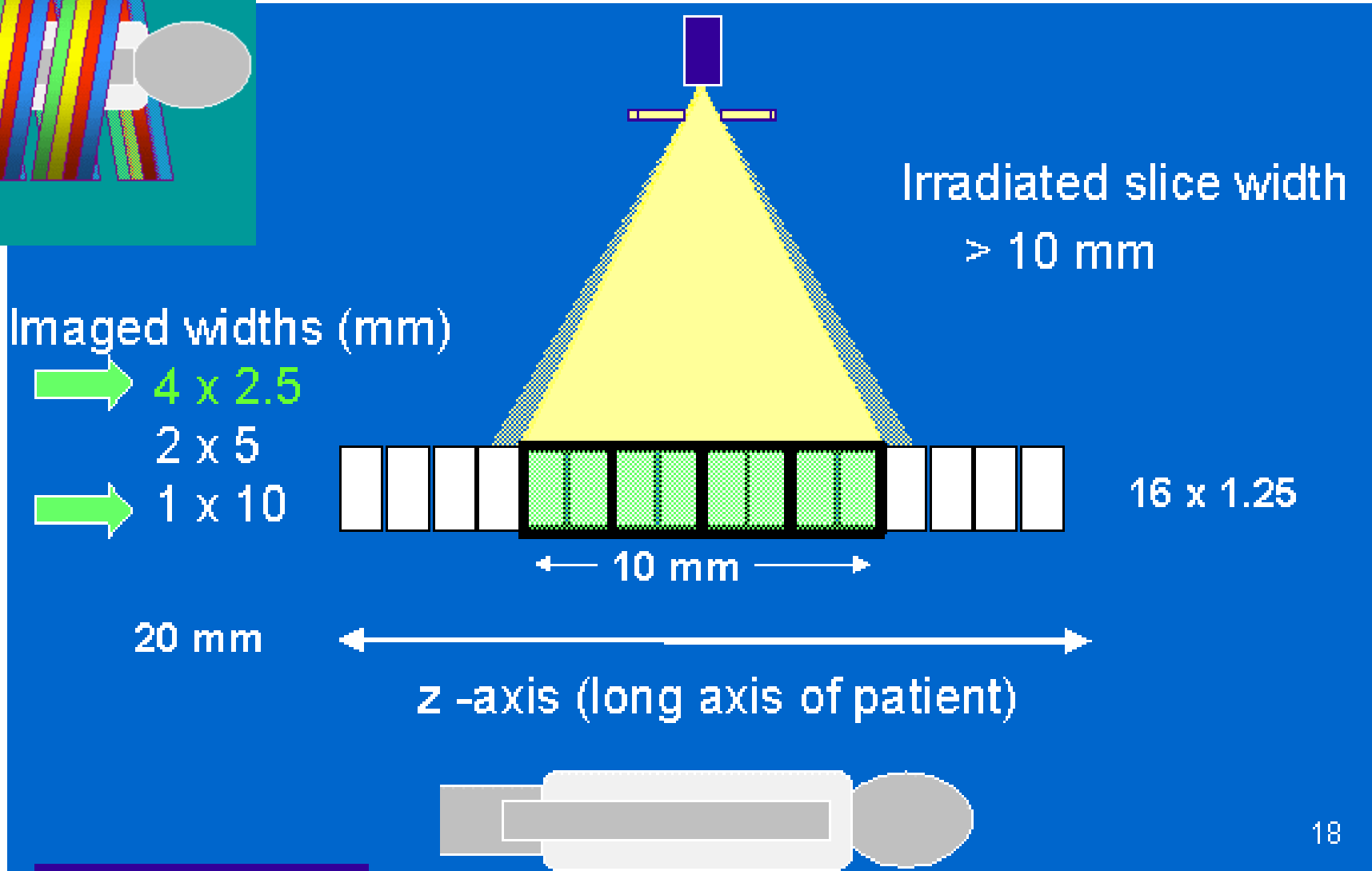
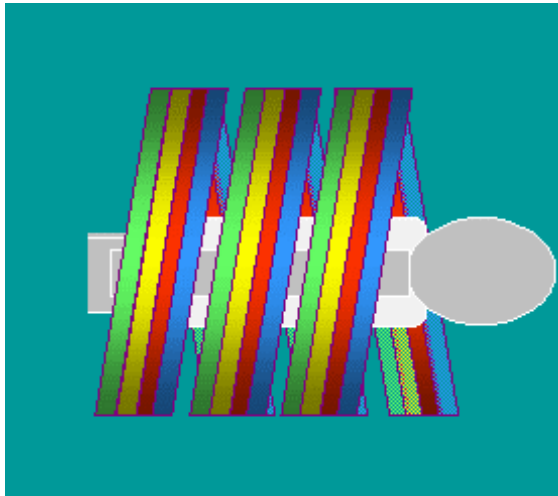
Vliv na dávku:

Průměrná tělní dávka $\sim 1/2$

DLP = $1/2$

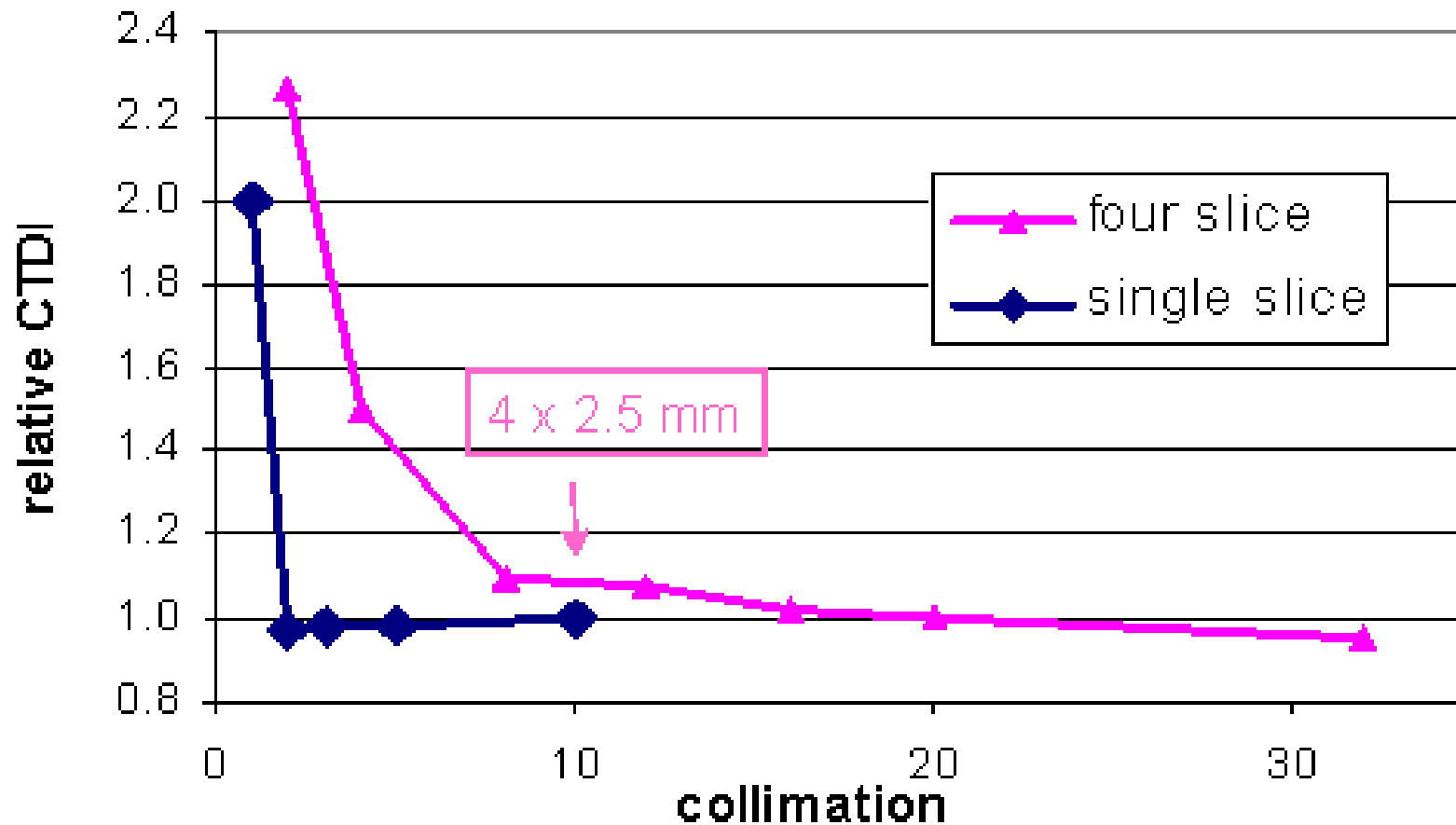
Efektivní dávka $\sim 1/2$

Multi Slice Scanning (skenování s násobnými řezy)

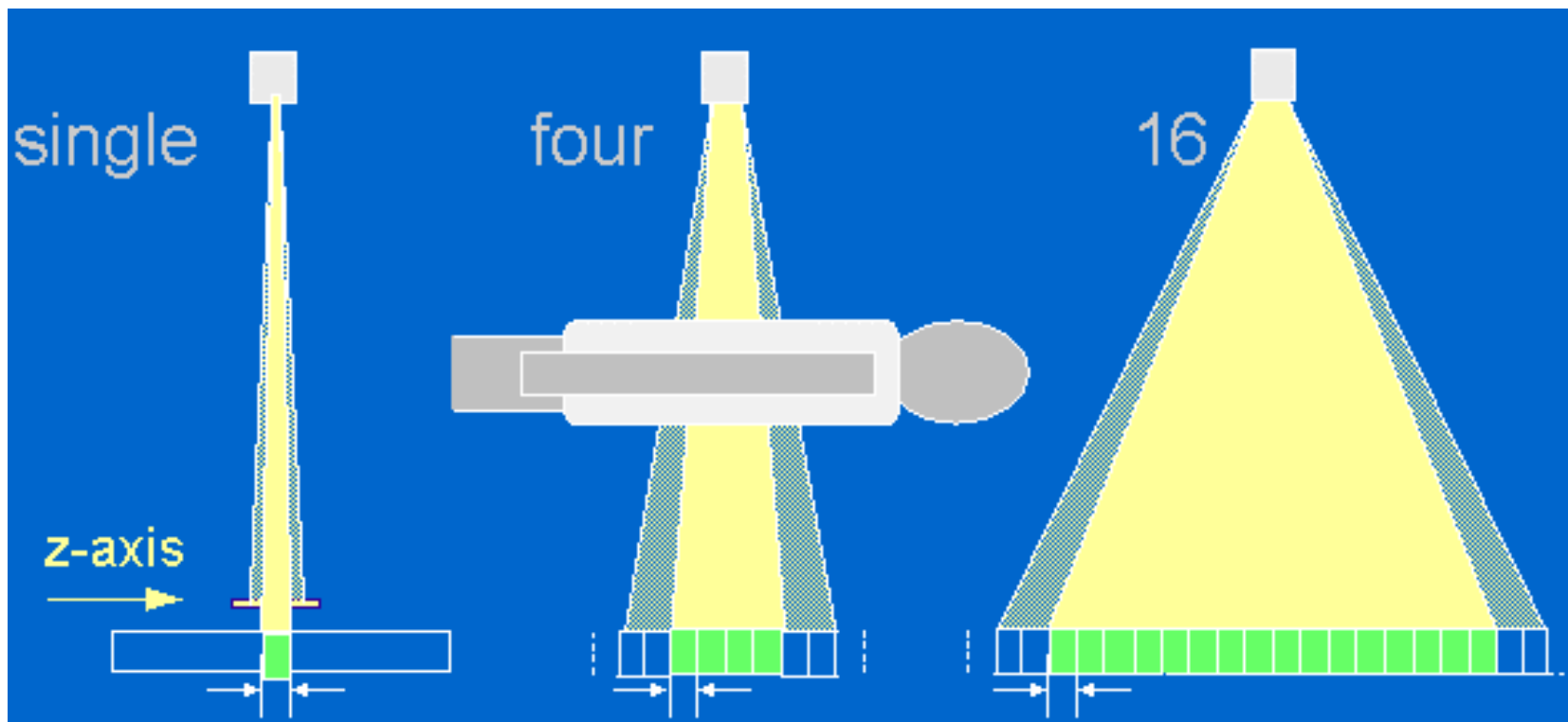


Multi Slice Scanning vers. Single Slice

Relative CTDI



Tenké řezy-příspěvek polostínu

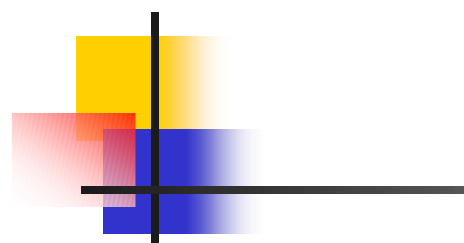


Polostín přispívá k obrazu (pokud není kolimován)

Polostín přispívá signifikantně nevýznamnou dávkou

Nevýznamný stín přispívá ještě méně než u 4 řezů

Srovnávací numerická dozimetrie



Porovnání skenerů



Protocols/Scanners A,B,C

- 5 mm, 300 mAs, pitch 1, length 10 cm
- 10 mm, 200 mAs, pitch 1.5, length 15 cm
- C. 10 mm, 280 mAs, pitch 2, length 15 cm

kV and sw incorporated



scanner comparison



protocol

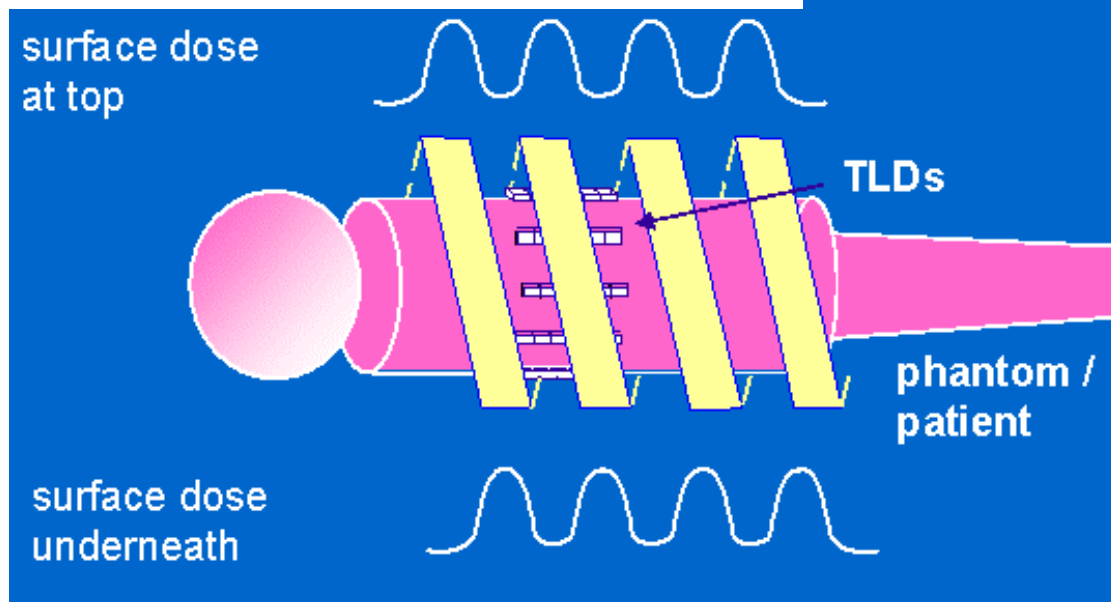


patient dependent

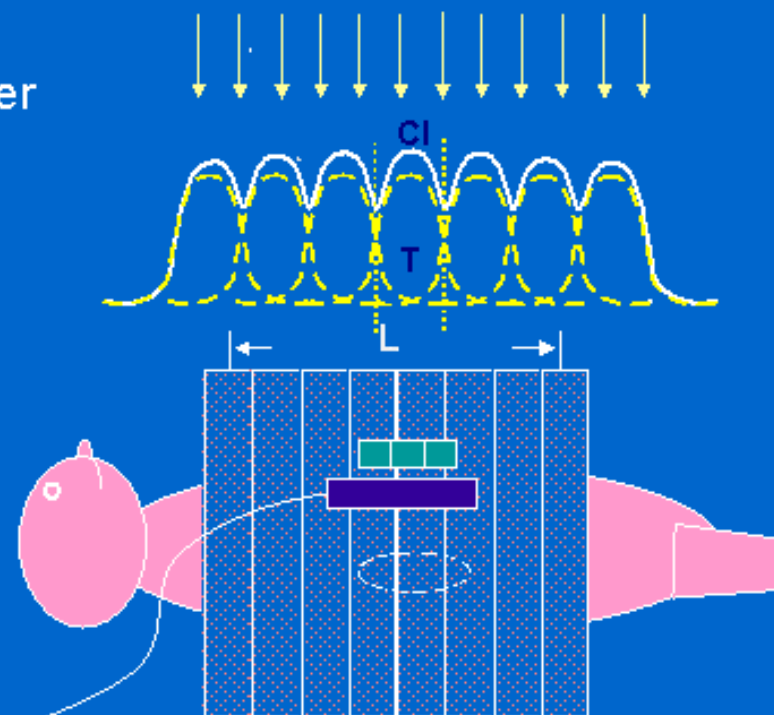
Protocol	$n \text{CTDI}_{wv}$ mGy / mAs	mAs used	CTDI_{wv} mGy	Pitch	CTDI_{vol} mGy	L cm	DLP mGy.cm
A	0.10	300	30	1	30	10	300
B	0.15	200	30	1.5	20	15	300
C	0.11	280	33	2	17	15	255

Měření kožních dávek

Řezy jednotlivé
a násobné



- TLDs
- ion chamber



Spirálové skenování