Informace o zakázce: Pilotní studie sledování radiační toxicity z radioterapie prostaty

Irena Koniarová, Lukáš Kotík, Miriam Slezáková,
Martin Doležel, Tomáš Kořínek

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i., Praha

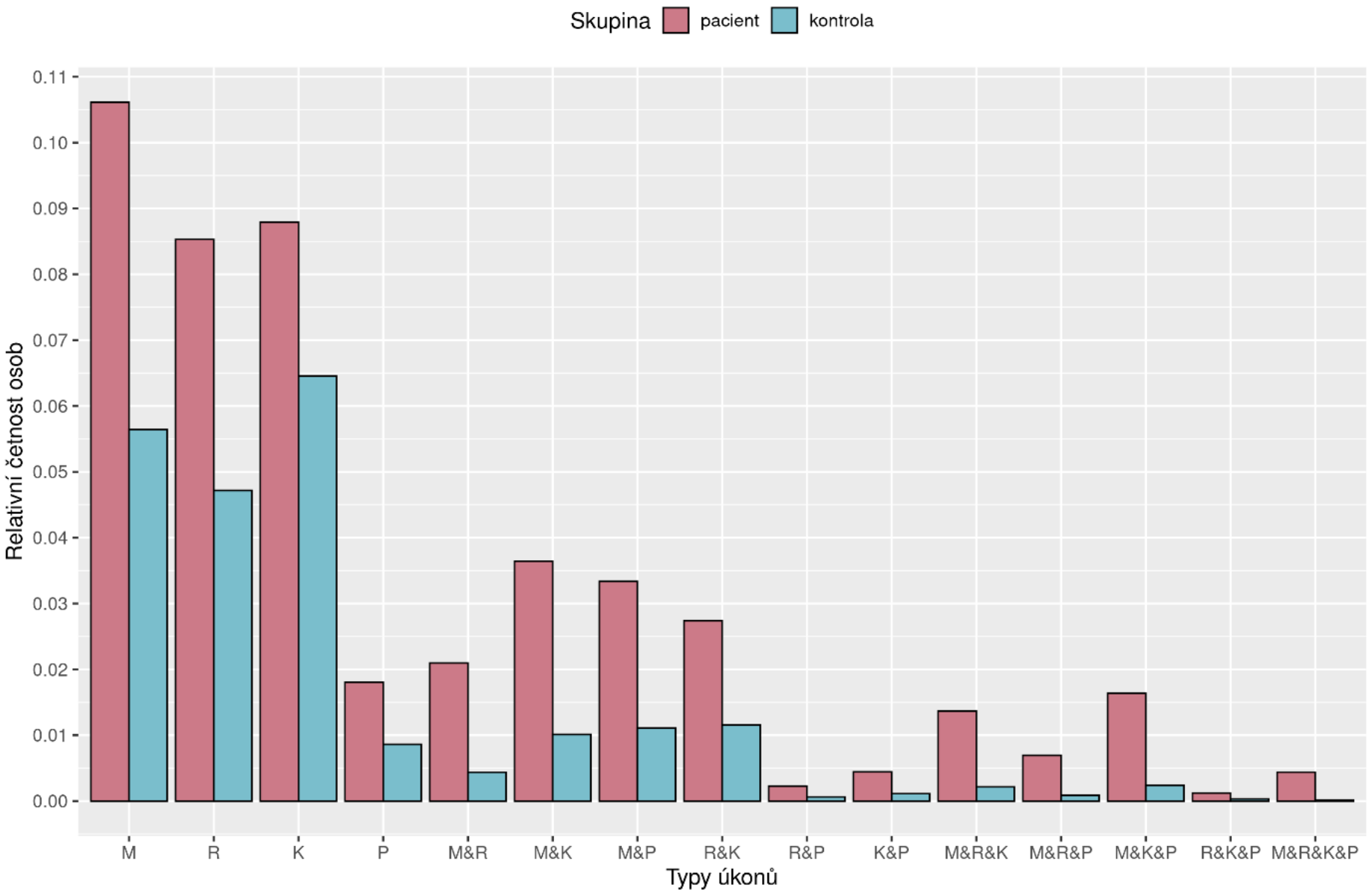
Cíl pilotní studie

- Hodnocení radiační toxicity z radioterapie prostaty s využitím dat z Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR
- Kódy diagnóz specifikujících zdravotní výkony, které mohou souviset s provedením radioterapie prostaty bez předcházející radikální prostatektomie
- Kódy diagnóz specifikujících zdravotní výkony v možné příčinné souvislosti s provedenou radioterapií prostaty
- Pacienti, kteří podstoupili radioterapii prostaty (bez radikální prostatektomie) v letech 2010 – 2020 a datumy RT výkonů, pro tyto pacienty i datumy, kdy provedeny specifikované následné výkony, které mohou souviset s řešením toxicity po radioterapii prostaty.
- Kontrolní vzorek osob bez onkologické diagnózy stejného věkového složení, pro který vyznačeny datumy provedení výkonů označených stejnými kódy, jako v případě pacientů s radioterapií

Specifikace dodaných dat

- Celkem: 31 404 unikátních pacientů s radioterapeutickým/ radiochirurgickým výkonem pro diagnózu C61
- Data pocházejí z národních registru hrazených zdravotních služeb
- Počet radioterapeutických výkonů: 1 233 199
- Zdravotnických zařízení: 27
- Komplikace u pacientů s RT prostaty: 76 290 výkonů
- Komplikace u kontrolního vzorku: 25 884 výkonů
- Vše anonymní

Relativní četnosti výkonů



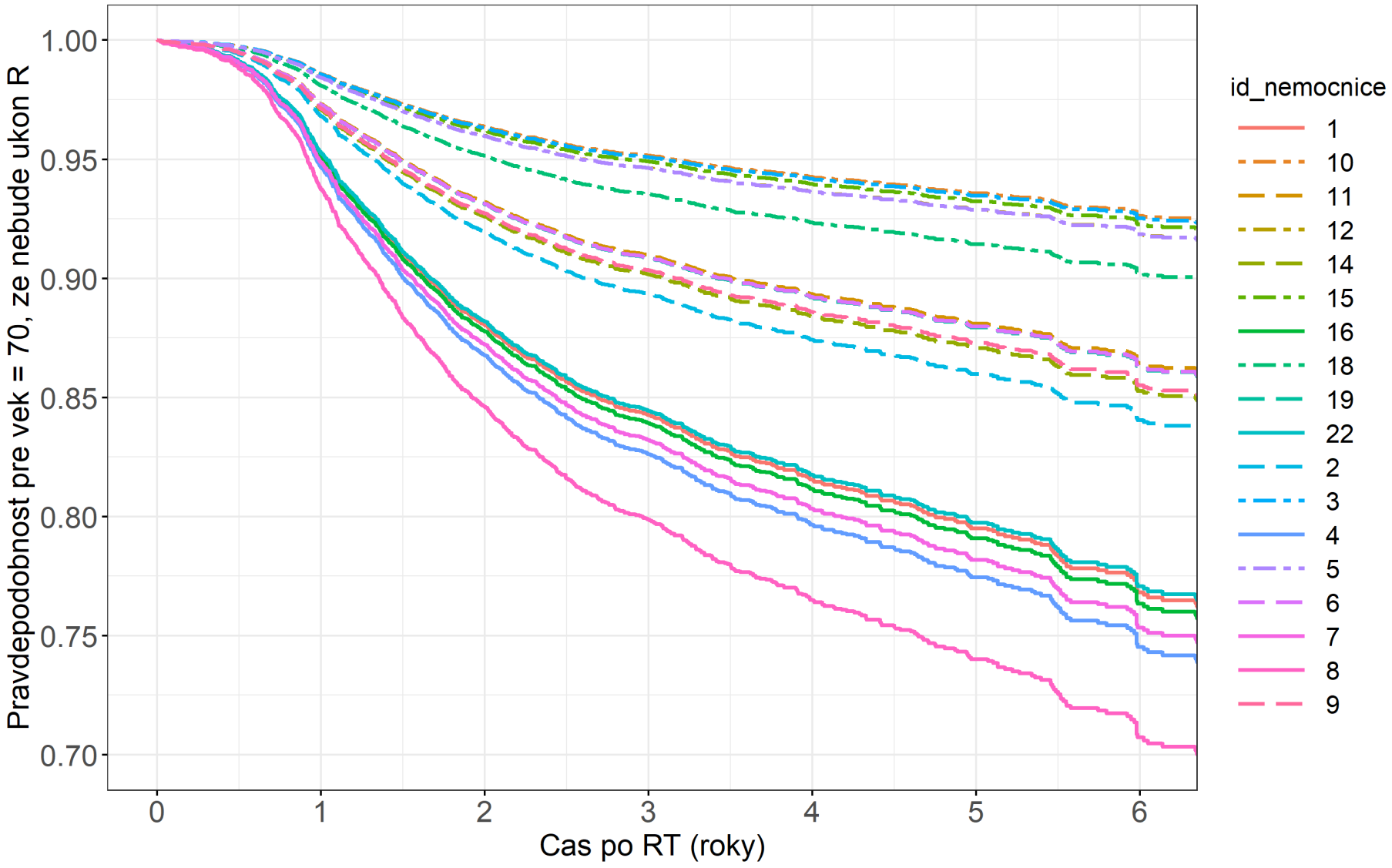
Kódy radioterapeutických výkonů

- Roztřídění kódů radioterapie (stejný výkon dva různé kódy)
- Nutné rozlišit mezi jednotlivými kurzy radioterapie
- U některých pacientů kombinace kódů v jednom dni či během radioterapeutického kurzu – snaha každému pacientovi přiřadit jeden kód

Kódy výkonů pro intervenci na GU či GI traktu

- Kódy rozděleny na výkony, které souvisí s GI traktem, GU traktem, podání krevních derivátů a provedení TURP (transuretrální prostatektomie)
- Řada pacientů měla výkon na GI či GU traktu již před radioterapií
- Neuvažoval se vliv počtu frakcí ani počet provedených IGRT
- Neuvažoval se věk pacientů
- Nehodnotila se četnost provedených výkonů po radioterapii ani jejich závažnost

Porovnání pracovišť (IMRT nad 20 frakcí)



Závěr

- V projektu se bude pokračovat i v letošním roce
- Zohlednění věku, počtu frakcí, dalších možných ovlivňujících faktorů
- Frakcionační schémata jednotlivých pracovišť pro představu, jaký podíl v celkovém souboru tvoří radikální léčba s vysokými předepsanými dávkami
- V ČR lze očekávat významné rozdíly v počtu výkonů, které mohou souviset s řešením toxicity po radioterapii napříč ozařovacími modalitami i napříč pracovišti pro stejnou modalitu

Informace k řešení projektu TAČR: Národní studie bezpečnosti radioterapie v oblasti hlavy v České republice

Irena Koniarová, Vladimír Dufek, Tomáš Kořínek, Ivana Horáková

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i., Praha

Harmonogram projektu

- 10/2020 – 3/2023 (10 kvartálů)
- Celkem 24 pracovišť pro celkem 27 modalit
- Modality: Lineární urychlovače, Tomoterapie, CyberKnife, Protonový ozařovač
- Radioterapeutický plán pro nazofaryng
- Radioterapeutický plán pro mozek
- Hodnotí se dávky v cílovém objemu a kritickém orgánu stanovené ionizačními komorami a plošná dávková distribuce pomocí filmů

Průběžné výsledky

- Na žádném pracovišti prozatím nezjištěn závažný problém
- Gama analýza se provádí pro sesazení dle značek na filmu, i dle ideálního sesazení
- Provádí se 2D gama analýza dvěma způsoby (komerční software, SÚRO skripty)
- Provádí se 2,5D a 3D gama analýza
- Převažuje standardizovaná předepsaná dávka, jsou používány vhodné fotonové energie
- Výsledky stanovené ionizační komorou se pracoviště dozví na místě
- Po dokončení projektu každé pracoviště obdrží protokoly s dozimetrickými výsledky, ale i s hodnocením plánu ve srovnání s ostatními pracovišti (ostatní pracoviště anonymizována)
- Děkujeme za vzornou spolupráci

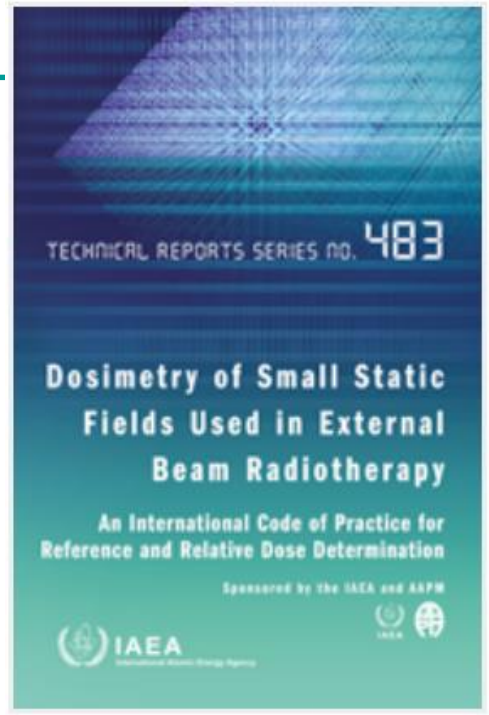
Praktická implementace TRS 483

Irena Koniarová, Ivana Horáková

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i., Praha

TRS 483

- Doporučení pro malá a nestandardní pole
- Stále ještě se setkáváme s problémy při implementaci TRS 483 do klinické praxe (při praktických zkouškách ZOZ či v posuzované dokumentaci)
- Některé formulace umožňují dvojí výklad



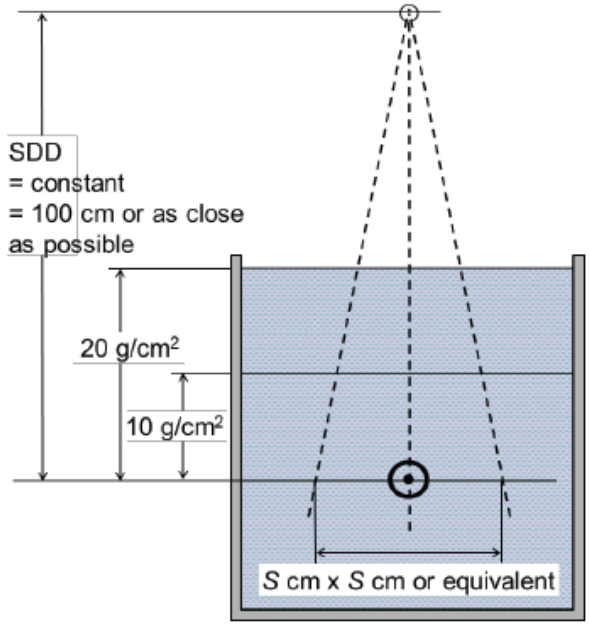


FIG. 14. Experimental set-up for the measurement of $TPR_{20,10}$(S). The SDD is kept constant at 100 cm or as close to that distance as possible, and measurements are made with 10 g/cm² and 20 g/cm² of water over the reference point of the chamber. The field at the position of the reference point of the chamber has an equivalent square msr field size S. *Either a cylindrical or a plane-parallel ionization chamber can be used (reproduced from Ref. [1]).*

Doporučení SÚJB

Jednoznačný doporučený postup (po konzultaci s autorem TRS 483) – zestručnění, detaily v TRS 483

3 Referenční dozimetrie pro FFF svazky – stručný návod

3.1 Stanovení kvality FFF svazku $TPR_{20,10}(10)$

1. Stanoví se $TPR_{20,10}$

Tabulka 3.1: Referenční podmínky pro stanovení $TPR_{20,10}$ *[Tabulka 18 z TRS 483]*

Materiál fantomu	Voda
Typ komory	Cylindrická nebo planparalelní (uvedená v Tabulce 3.4)
Hloubka měření	20 g/cm^2 a 10 g/cm^2
Referenční bod komory	Pro cylindrickou komoru na centrální ose ve středu objemu dutiny, pro planparalelní vnitřní povrh vstupního okénka v jeho středu
Umístění referenčního bodu	Pro oba typy komor do hloubky měření
Orientace stopky komory	Kolmo k ose svazku
SDD	100 cm
Tvar a velikost pole f_{msr} v SDD	**10 cm x 10 cm** (nehomogenní)

SDD … vzdálenost zdroj záření – detektor
Při stanovování $TPR_{20,10}$ by se měla zjistit případná rozdílnost korekcí na rekombinaci pro dvě různé hloubky měření a v případě potřeby ji vzít v úvahu. $TPR_{20,10}$ je zde možné stanovovat jako podíl odezev ionizačních komor ve dvou hloubkách (bez dalšího převodu na podíl dávek).

2. Stanoví se velikost ekvivalentního homogenního čtvercového pole S

Tabulka 3.2: Velikost ekvivalentního homogenního čtvercového pole S *[Hodnoty z Tabulky 16 a 17 TRS 483]*

Svazek	S
Pro 6-7 MV FFF svazky	9,5 cm
Pro 10 MV FFF svazky	9,1 cm

Korekční faktory z TRS 483 pro msr pole

Method	$(k_{vol})_Q^{f_{ref}}$
Eq. (52) (Kawachi)	1.011 6
Eq. (53) Model A	1.010 8
Eq. (53) Model B	1.011 4
Eq. (53) Model C	1.010 5
Eq. (53) Model D	1.010 5

Korekce na objemový efekt a rozdíl v $S_{w,air}$ pro FFF a WFF pole na LU již obsaženy v tabulkách v TRS 483

TABLE 30. RATIOS OF WATER TO AIR STOPPING-POWER RATIOS FOR FFF AND WFF BEAMS USED AS CORRECTION FACTORS IN THIS CODE AS A FUNCTION OF THE BEAM QUALITY INDICES $TPR_{20,10}(10)$ AND $\%dd(10,10)_x$

$TPR_{20,10}(10)$	0.630	0.660	0.690	0.720	0.750
$\left(s_{w,air}\right)^{FFF}_{TPR_{20,10}(10)} \Big/ \left(s_{w,air}\right)^{WFF}_{TPR_{20,10}(10)}$	0.999	0.998	0.997	0.996	0.994
$\%dd(10,10)_x$	63.8	65.6	68.2	71.7	76.1
$\left(s_{w,air}\right)^{FFF}_{\%dd(10,10)_x} \Big/ \left(s_{w,air}\right)^{WFF}_{\%dd(10,10)_x}$	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998

Referenční pole pro různé typy ozařovačů

TABLE 2. msr FIELDS FOR COMMON RADIOTHERAPY MACHINES

Machine type	msr field
CyberKnife	6 cm diameter fixed collimator
TomoTherapy	5 cm × 10 cm field
Gamma Knife	1.6 cm or 1.8 cm diameter collimator helmet, all sources simultaneously out
Brainlab micro MLC add-on	For example 9.8 cm × 9.8 cm or 9.6 cm × 10.4 cm
SRS cone add-ons	The closest to a 10 cm × 10 cm equivalent square msr field achievable

Faktory velikosti pole

Nejsou poměry odezev, jsou poměry dávek!

$$\Omega_{Q_{\text{clin}},Q_{\text{msr}}}^{f_{\text{clin}},f_{\text{msr}}} = \frac{D_{\text{w},Q_{\text{clin}}}^{f_{\text{clin}}}}{D_{\text{w},Q_{\text{msr}}}^{f_{\text{msr}}}}$$

$$\Omega_{Q_{\text{clin}},Q_{\text{msr}}}^{f_{\text{clin}},f_{\text{msr}}} = \frac{M_{Q_{\text{clin}}}^{f_{\text{clin}}}}{M_{Q_{\text{msr}}}^{f_{\text{msr}}}} k_{Q_{\text{clin}},Q_{\text{msr}}}^{f_{\text{clin}},f_{\text{msr}}}$$

Orientace detektorů

TABLE 22. DETECTOR ORIENTATION, WITH RESPECT TO THE BEAM CENTRAL AXIS, FOR RELATIVE DOSIMETRY IN SMALL PHOTON FIELDS

Detector type	Detector's geometrical reference	Lateral beam profiles	Field output factors
Cylindrical micro ion chamber	Axis	Parallel or perpendicular	Perpendicular
Liquid ion chamber	Axis	Perpendicular	Parallel
Silicon shielded diode	Axis	Parallel	Parallel
Silicon unshielded diode	Axis	Parallel	Parallel
Diamond detector	Axis	Parallel	Parallel
Radiochromic film	Film surface	Perpendicular	Perpendicular

Note: See Figs 18 and 19.

Orientace detektorů

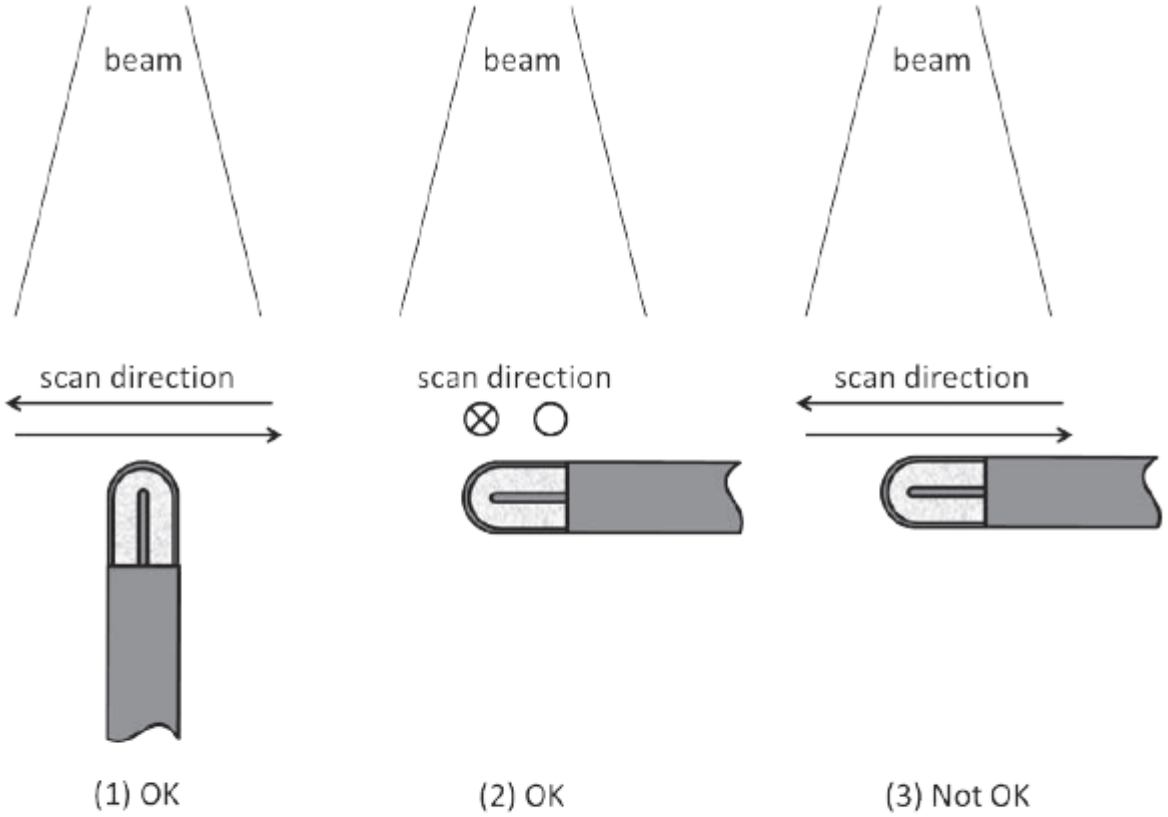


FIG. 18. Possible orientations of an ionization chamber for measurements of lateral beam profiles (arrows indicate scanning directions in the paper plane while circle and crossed circle symbols refer to scanning directions perpendicular to the paper plane).

Orientace detektorů

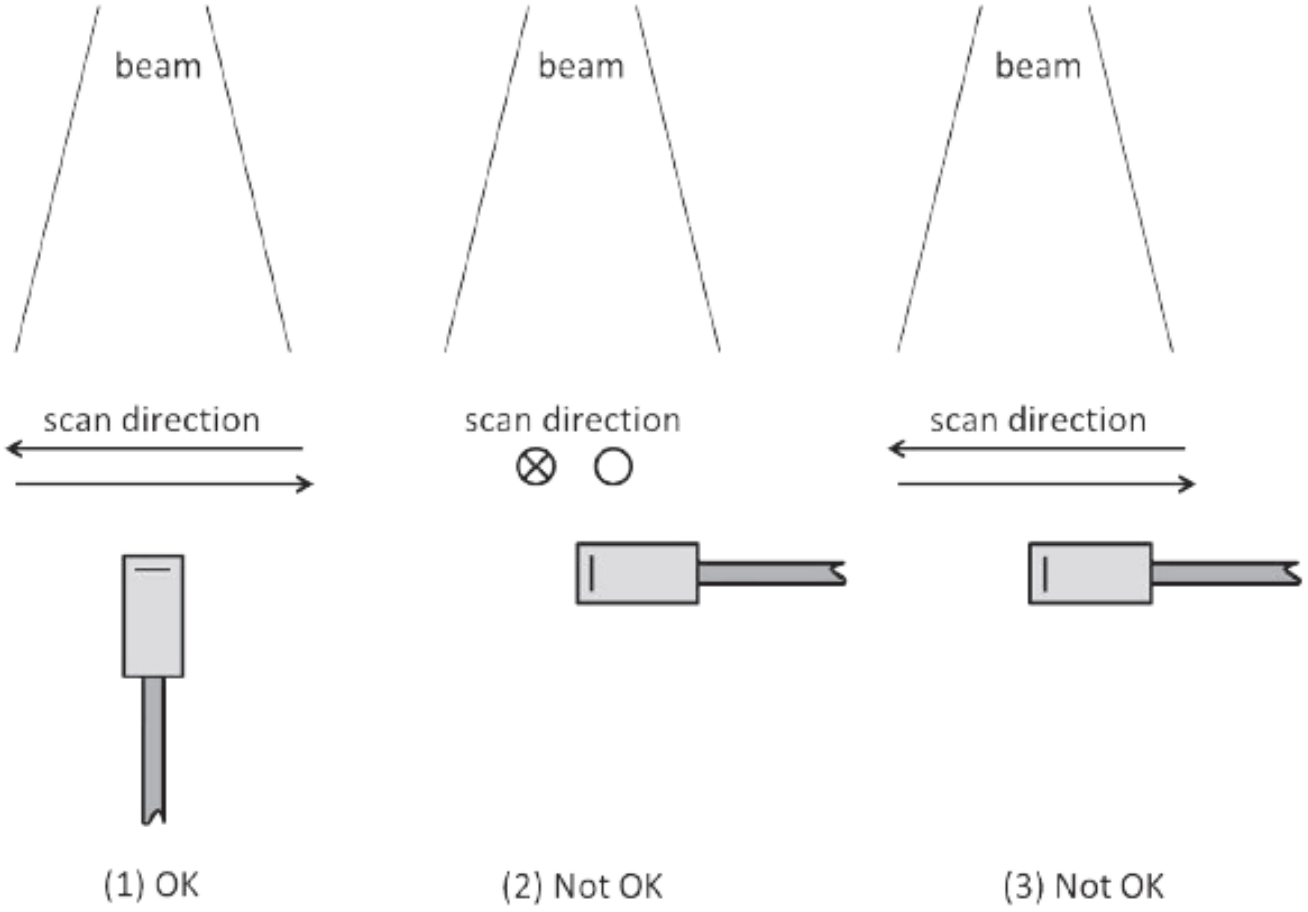


FIG. 19. Possible orientations of a solid state detector (diode, diamond) for measurements of lateral beam profiles (arrows indicate scanning directions in the paper plane while circle and crossed circle symbols refer to scanning directions perpendicular to the paper plane).

Závěr

- Je nutné postupovat standardním způsobem (dle TRS 483), i když mohou být rozdíly oproti postupu dle TRS 389 malé (pro jiný detektor to ale už nemusí platit)
- Je nutné znát nejistotu nově používaných korekčních faktorů z TRS 483 a správně s ní pracovat při vyjádření celkové nejistoty stanovení absorbované dávky za referenčních podmínek
- Je nutné respektovat doporučené orientace detektorů pro měření vybraných parametrů
- Postupovat dle Doporučení SÚJB a odolat pokušení doporučované postupy nějak „vylepšit“, „zjednodušit“ či „zanedbat, protože to stejně vyjde stejně“.