

RADIAČNÁ OCHRANA PRI POUŽÍVANÍ ZDROJOV ŽIARENIA V MEDICÍNE

RNDr. Karol Böhm, PhD.

Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky

BRATISLAVA 17.6.2015



Lekár, pacient a ionizujúce žiarenie

Často kladené otázky:

- Nakoľko sú röntgenové vyšetrenia prospešné a škodlivé ?
- Aké veľké sú dávky žiarenia pri röntgenových vyšetreniach ?
- Aké sú riziká spojené s röntgenovým vyšetrením ?
- Aké je riziko vzniku rakoviny alebo genetického poškodenia ?
- Môžu sa tehotné ženy vyšetrovať na röntgene a aké sú riziká z lekárskeho ožiarenia pre tehotné ženy a nenarodené deti ?
- Sú potrebné osobitné opatrenia pri vyšetrovaní malých detí ?
- Koľko röntgenových vyšetrení sa môže vykonať jednému pacientovi za rok ?
- Sú všetky vykonávané röntgenové vyšetrenia odôvodnené ?
- Sú situácie, kedy sa majú rádiologické diagnostické postupy vylúčiť ?

Lekár, pacient a ionizujúce žiarenie

Fakty známe z odborných štúdií v EU a USA:

- Štúdie ukazujú, že **veľký počet röntgenových vyšetrení sa vykonáva zbytočne a neodôvodnene (20 až 25%).**
- **Veľmi vysoký podiel lekárskeho ožiarenia na celkovom ožiarení populácie** zo všetkých zdrojov ionizujúceho žiarenia - prírodných aj umelých (40 až 60%).
- **Podiel lekárskeho ožiarenia na ožiarení populácie z umelých zdrojov žiarenia je viac ako 95%.**
- **Lekárske ožiarenie zvyšuje riziko vzniku a výskytu nádorových ochorení u vyšetrovaných pacientov a riziko genetického poškodenia u narodených detí.**
- **Malé deti sú oveľa citlivejšie na ionizujúce žiarenie ako dospelí jedinci.**

Lekár, pacient a ionizujúce žiarenie

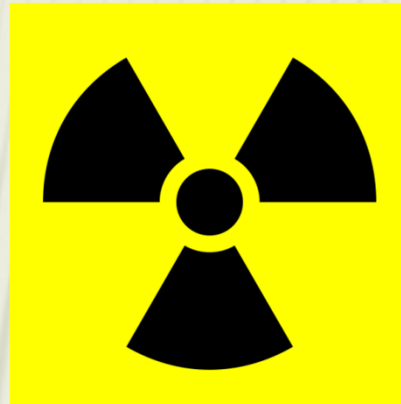
Fakty známe z odborných štúdií v EU a USA:

- Nedostatočné využívanie alternatívnych vyšetrovacích metód (bez použitia ionizujúceho žiarenia).
- Veľký počet opakovaných vyšetrení.

Hlavné príčiny vykonávania zbytočných vyšetrení:

1. Opakovanie už vykonaných vyšetrení
2. Vyšetrenia sú príliš časté
3. Vykonávanie vyšetrení, u ktorých je pravdepodobné, že ich výsledky neovplyvnia liečbu pacienta
4. Vyšetrenia, ktoré nie sú v danej klinickej situácii vhodné
5. Zbytočne veľa vyšetrení
6. Nevyžiadanie si všetkých dostupných klinických informácií a výsledkov predchádzajúcich vyšetrení relevantných pre dané vyšetrenie

ČLOVEK A ZDROJE IONIZUJÚCEHO ŽIARENIA



- **Prírodné zdroje ionizujúceho žiarenia**
- **Umelé zdroje ionizujúceho žiarenia**



NÁŠ ŽIVOT SO ŽIARENÍM

OŽIARENIE ĽUDSKEJ POPULÁCIE ZDROJMI IONIZUJÚCEHO ŽIARENIA

Všetci ľudia sú počas celého života vystavený trvalému pôsobeniu ionizujúceho žiarenia.

Existujú dva základné zdroje ionizujúceho žiarenia, ktoré pôsobia na človeka a živé organizmy:

- **prírodné zdroje ionizujúceho žiarenia**
- **umelé zdroje žiarenia**

(tj. zdroje ionizujúceho žiarenia vyrobené človekom, vrátane zdrojov žiarenia používaných v zdravotníctve.)

Prírodné zdroje ionizujúceho žiarenia

Kozmické žiarenie - vysokoenergetické žiarenie, ktoré dopadá na zemský povrch k kozmického priestoru alebo z povrchu Slnka. Interakciou kozmického žiarenia v atmosfére vznikajú **kozogénne rádionuklidy**: ^{14}C , ^3H , ^7Be a ^{22}Na .

Prírodné rádionuklidy - prírodné rádionuklidy nachádzajúce sa v jednotlivých zložkách životného prostredia:

- v pôde a horninách na zemskom povrchu,
- v atmosfére,
- v povrchových a podzemných vodách.

Medzi najvýznamnejšie prírodné rádionuklidy, ktoré najviac prispievajú k ožiareniu populácie patria ^{40}K , ^{235}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{220}Rn , ^{210}Pb , ^{210}Po a kozogénne rádionuklidy ^{14}C , ^3H , ^7Be a ^{22}Na .

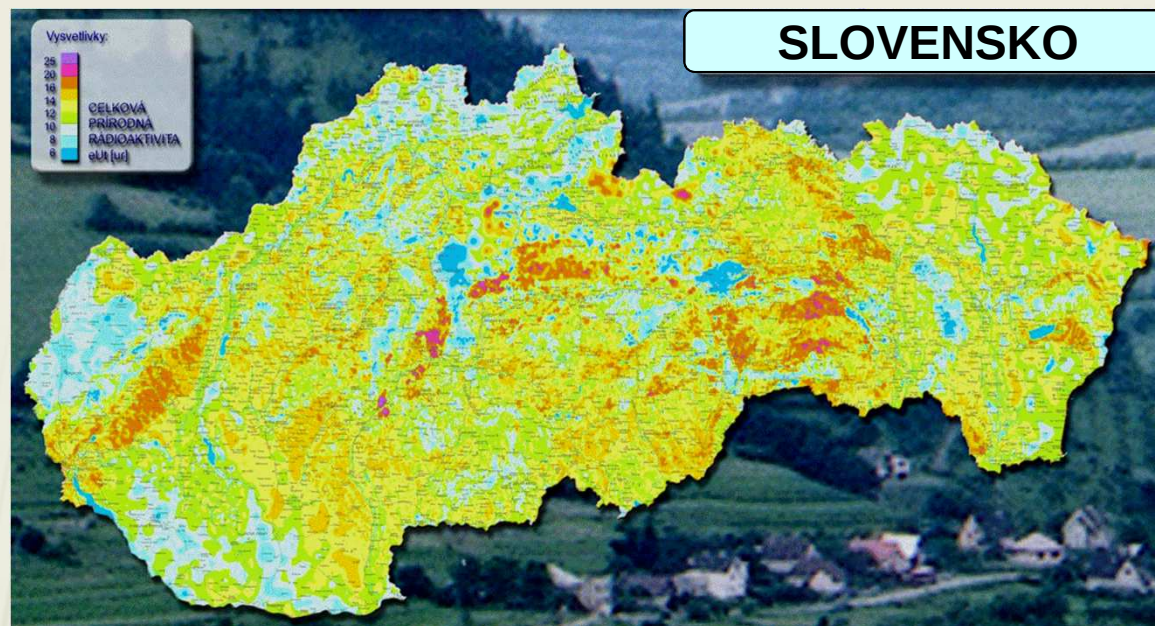
Prírodné zdroje ionizujúceho žiarenia

Radón – inertný rádioaktívny plyn, ktorý vzniká v zemskom podloží a z podložia preniká „pôdnym vzduchom“ na zemský povrch, kde sa dostáva do ovzdušia budov. **Radón v obytných budovách** je najvýznamnejší prírodný zdroj ožiarenia ľudskej populácie.

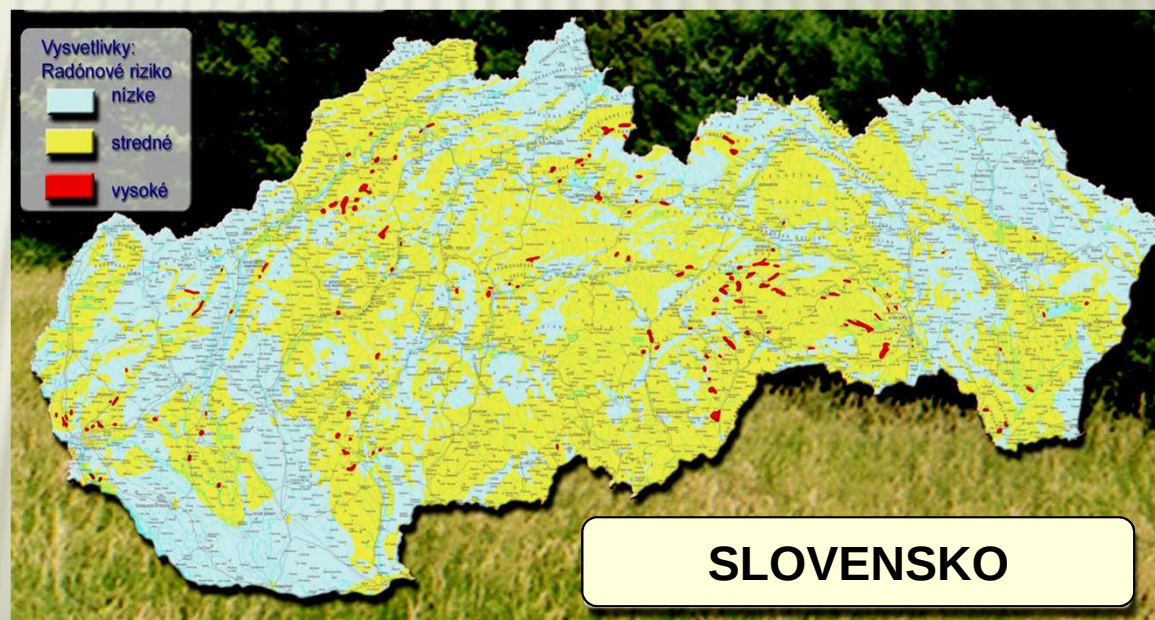
Priemerné ročné efektívne dávky obyvateľov z prírodných zdrojov žiarenia

Zdroj ožiarenia	Ročná efektívna dávka
Kozmické žiarenie	0,39 mSv
Externé terestriálne žiarenie	0,48 mSv
Vnútorne ožiarenie – inhaláciou rádionuklidov	0,11 mSv
Vnútorne ožiarenie – ingesciou rádionuklidov	0,29 mSv
Radón	1,15 mSv
SPOLU	2,42 mSv

Slovenská republika - celková prírodná rádioaktivita



Slovenská republika – mapa radónového rizika



Umelé zdroje ionizujúceho žiarenia

- zdroje žiarenia používané v medicíne – **najvýznamnejší umelý zdroj ožiarenia populácie** v súčasnosti (viac ako 95 %)
- **rádioaktívny spád** ako dôsledok skúšok jadrových zbraní (spolu **2055** jadrových skúšok v rokoch 1945 až 1995, z toho 2/3 USA)
- **rádionuklidy uvoľňované do životného prostredia** z jadrových elektrární a pracoviísk s rádioaktívnymi látkami
- zdroje ionizujúceho žiarenia používané v hospodárstve



LEKÁRSKE OŽIARENIE

Lekárske ožiarenie je ožiarenie:

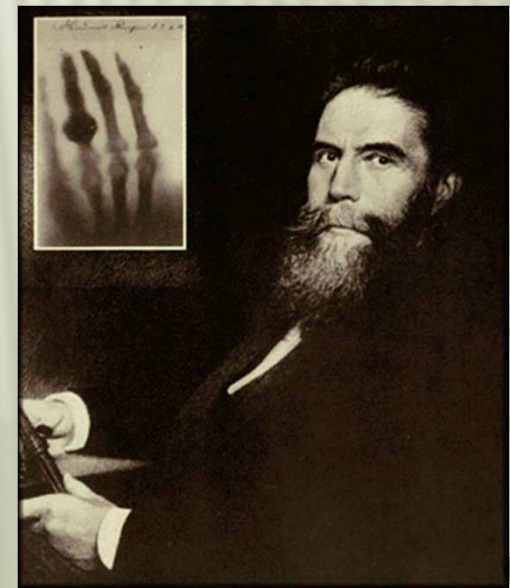
- pacientov v súvislosti s určením ich diagnózy alebo liečby,
- ožiarenie zamestnancov v súvislosti so sledovaním ich zdravotného stavu,
- ožiarenie osôb v súvislosti s preventívnymi zdravotnými programami,
- ožiarenie zdravých jednotlivcov alebo pacientov, ktorí sa dobrovoľne zúčastňujú na lekárskych alebo biomedicínskych výskumných programoch
- ožiarenie osôb v súvislosti s vyšetreniami na účely vypracovania lekárskeho posudku.

Ožiarenie zdravotníckych pracovníkov pri práci so zdrojmi ionizujúceho žiarenia = **profesionálne ožiarenie, ožiarenie pri práci.**

LEKÁRSKE OŽIARENIE A RADIAČNÁ OCHRANA

Objav röntgenového žiarenia a vznik diagnostickej rádiológie:

- 8. november 1895 - Wilhelm Konrad Röntgen objavil tzv. „**žiarenie X**“ dnes všeobecne známe ako **röntgenové žiarenie** – prvé známe ionizujúce žiarenie
- 1896 – vznik nového medicínskeho odboru - **diagnostickej rádiológie**



Lekárske ožiaranie a radiačná ochrana

Súčasne s rozvojom röntgenovej techniky a röntgenovej diagnostiky sa objavili v odbornej verejnosti aj prvé **informácie o negatívnych účinkoch ionizujúceho žiarenia na človeka.**

- **1896** - zverejnené **prvé správy o negatívnych účinkoch röntgenového žiarenia na človeka** – o poškodení oka ionizujúcim žiarením a o radiačnom poškodení kože – vznik erytému a strata ochlpenia
- **1896** – Grubbe – **radiačná dermatitída rúk**
- **1896** – do konca roku bolo pozorovaných **23 prípadov radiačnej dermatitídy**



Lekárske ožiaranie a radiačná ochrana

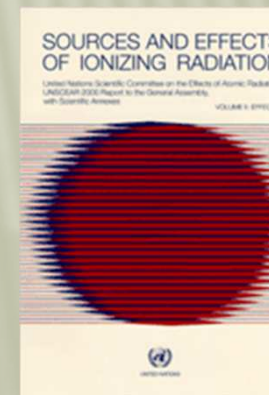
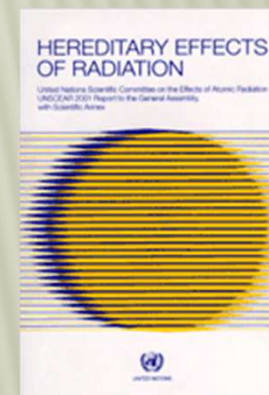
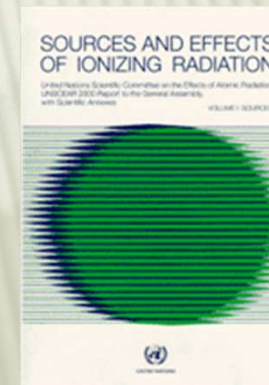
- **1901** - zdokumentované **prvé úmrtie pacienta** v dôsledku ožiarania röntgenovým žiarením.
- **1902** - zaznamenaný **prvý prípad usmrtenia plodu** po ožiarení.
- **1902** – zaznamenaný **prvý prípad rakoviny u pracovníka**
- **1896 - 1903** len vo Veľkej Británii **zomrelo 14 rádiológov** na následky vysokého ožiarania röntgenovým žiarením.
- **1904** – zaznamenané **hematologické zmeny** u pracovníkov s röntgenovými prístrojmi
- **1907** - pozorované **mutagénne účinky röntgenového žiarenia** a **vznik rôznych nádorových ochorení** ako dôsledok ožiarania
- **1911 – 1920** - zaznamenaných **198 prípadov rakoviny** a **54 úmrtí rádiológov**

Lekárske ožiarenie a radiačná ochrana

- Odborné röntgenologické spoločnosti publikujú **prvé odporúčania v ochrane pred žiarením**:
 - **1913** – Nemecko
 - **1915** - Veľká Británia.
- **1921** - British X and Radium Protection Committee – **prvé pravidlá radiačnej ochrany**
- **1922** - začali sa používať na sledovanie veľkosti ožiarenia pracovníkov filmové dozimetre
- **1928** - založená **Medzinárodná komisia pre rádiologickú ochranu** (ICRP – International Commission on Radiological Protection) v Štokholme.
- **1929** – prvé Československé predpisy v radiačnej ochrane pre používanie zdravotníckych röntgenových prístrojov

Lekárske ožiarovanie a radiačná ochrana

- **1955** - ako dôsledok použitia jadrových zbraní v Hirošime a Nagasaki a rastúceho počtu jadrových skúšok Organizácia spojených národov založila **Vedecký výbor OSN na sledovanie účinkov atómového žiarenia – UNSCEAR** (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation).
- **1955** – založenie **Európskeho spoločenstva pre atómovú energiu – EURATOM** (SR je členom od roku 2005)
- **1957** – založená **Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu - IAEA** (International Atomic Energy Agency) s hlavným cieľom zabezpečiť mierové využívanie atómovej energie – ktorá vydáva celý rad predpisov a odporúčaní pre zabezpečenie radiačnej ochrany.

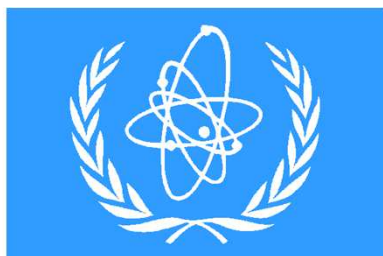


Lekárske ožiaranie a radiačná ochrana

Každý rok je vo svete registrovaných **6000 – 6500 prípadov akútnych poškodenia zdravia pacientov** ionizujúcim žiarením ako dôsledok rádiologických vyšetrení (radiačný erytém).

Veľký počet medzinárodných inštitúcií, ktoré sa zaoberajú ochranou zdravia pri používaní zdrojov ionizujúceho žiarenia v zdravotníctve.

Štátny dozor nad radiačnou ochranou.



IAEA

International Atomic Energy Agency



WHO



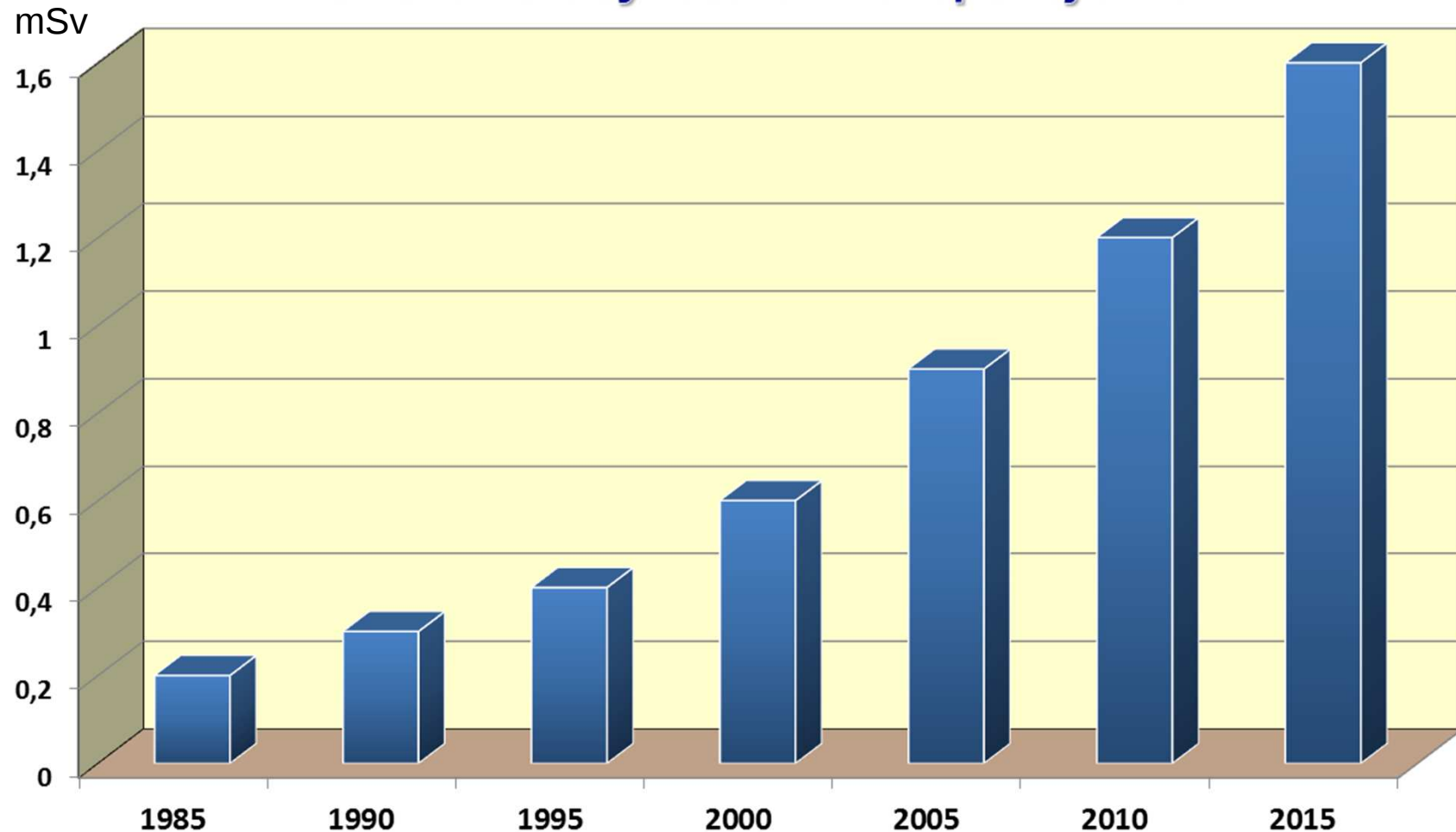
UNSCEAR

ICRP



Lekárske ožiarenie a radiačná ochrana

Priemerná ročná efektívna dávka z lekárskeho ožiarovania obyvateľov Európskej únie



Biologické účinky žiarenia

Negatívne biologické účinky ionizujúceho žiarenia na ľudský organizmus je možné rozdeliť do dvoch základných kategórií, ktoré sú označované ako:

- **deterministické účinky**, (nepriaznivé tkanivové reakcie), ktoré vznikajú najmä v dôsledku poškodenia alebo usmrtenia buniek po vysokých absorbovaných dávkach; vyvolanie tkanivových reakcií je všeobecne charakterizované prahovou dávkou (napr. radiačný erytém, zákal očnej šošovky);
- **stochastické účinky**, náhodné účinky, ku ktorým patrí vznik rôznych nádorových ochorení a dedičné účinky ionizujúceho žiarenia; prejavujú sa rozvojom nádorových ochorení u ožiarených jedincov v dôsledku mutácií somatických buniek, alebo vznikoch dedičných ochorení u potomkov ožiarených osôb v dôsledku mutácií reprodukčných, zárodočných buniek (nádorové ochorenia, genetické poškodenia).

Pri hodnotení **rizika vzniku deterministických, prahových účinkov** sa vychádza zo **strednej absorbovanej dávky v jednotlivých orgánoch alebo tkanivách ľudského tela**.

Na hodnotenie **rizika vzniku stochastických, náhodných účinkov** sa v radiačnej ochrane vychádza z tzv. **efektívnej dávky**.

Biologické účinky žiarenia

Možné riziká z ožiarenia pre pacientov

1. Deterministické účinky (prahové)

- Radiačný erytém (vstupná povrchová dávka v koži $> 2 - 3$ Sv)
- Zákal očnej šošovky (ekv. dávka v očnej šošovke $> 0,5 - 1$ Sv)

2. Stochastické účinky (náhodné, bezprahové)

- Vznik zhubných nádorov
- Genetické účinky

Nominálny **koeficient rizika vzniku nádorových ochorení** je:

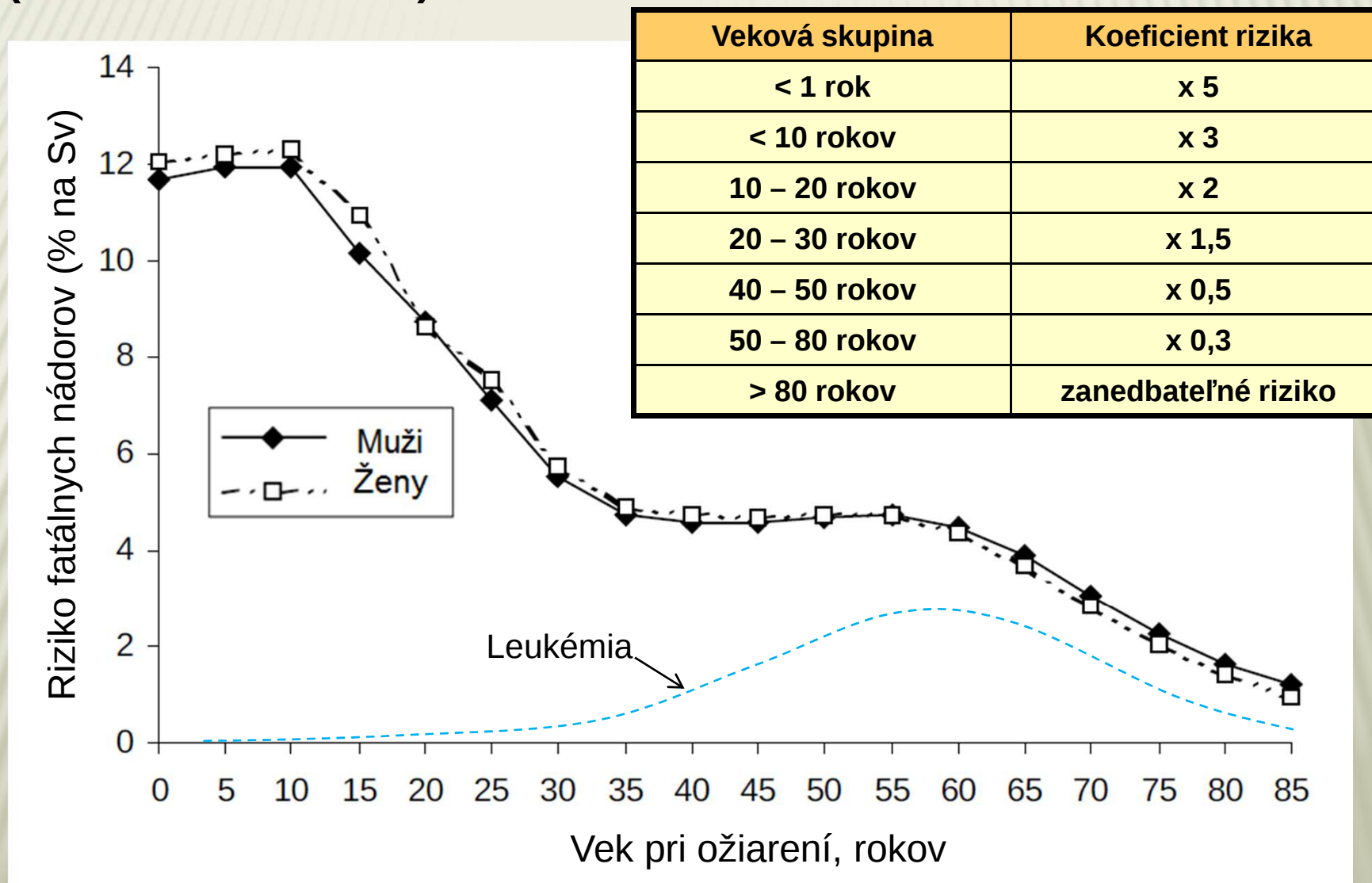
- $17,15 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ pre všetky vyvolané nádorové ochorenia
- $5,65 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ pre **letálne nádorové ochorenia**

Nominálny **koeficient rizika genetických účinkov** je

- $0,22 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ pre celú populáciu
- $0,54 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ pre populáciu v reprodukčnom veku

(ICRP 103, 2007)

Riziko vzniku fatálnych nádorov vyvolaných žiarením (v závislosti od veku)



Poškodenie zdravia pacienta ako následok ožiarenia ionizujúcim žiarením v rádiológii



a)



b)



c)

Poškodenie kože pacienta ako následok opakovanej koronárnej angiografie (CA) a angioplastiky (PTCA):

a) 6 týždňoch po výkone, b) 18 – 20 mesiacov po výkone, c) po transplantácii kože
Dopadová dávka na kožu dosiahla približne 20 Gy.

Poškodenie zdravia pacientky ako následok ožiarenia ionizujúcim žiarením v rádiológii



Chronická radiačná dermatitída kože 17-ročnej pacientky ako následok opakovanej rádiofrekvenčnej ablácie (RFA). Odhadovaná dopadová dávka na kožu pacientky z oboch intervenčných zákrokov bola 11 – 15 Gy.



Radiačná dermatitída kože pacientky ako následok vykonanej CA a PTCA. Odhadovaná dopadová dávka na kožu bola 4 – 5 Gy.

Poškodenie zdravia pacienta ako následok ožiarenia ionizujúcim žiarením v rádiológii



Radiačná dermatitída kože pacientov ako následok kardiologických intervenčných výkonov – CA a PTCA.
(Laterárna projekcia)

Poškodenie zdravia pacientov ako následok ožiarenia ionizujúcim žiarením



Zákal očnej šošovky

Zákal očnej šošovky pacienta po ožiarení ako následok neurologického intervenčného zákroku (embolizácia karotídy). Odhadovaná dávka 1,5 Gy

LEGISLATÍVNE POŽIADAVKY NA LEKÁRSKE OŽIARENIE

**Medzinárodné predpisy a odporúčania
Legislatíva Európskej únie
Právne predpisy Slovenskej republiky**



Medzinárodné predpisy a odporúčania v radiačnej ochrane

Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (IAEA):

- Základné odporúčania pre zabezpečenie radiačnej ochrany (BSS) – vrátane požiadaviek na lekárske ožiarenie a odbornú spôsobilosť a vzdelávanie pracovníkov pre lekárske ožiarenie

Medzinárodná komisia pre rádiologickú ochranu (ICRP):

- Základné odporúčania pre zabezpečenie radiačnej ochrany (2007)
- Osobitné odporúčania pre ochranu zdravia pacientov a zdravotníckeho personálu pred žiarením

Svetová zdravotnícka organizácia (WHO):

- Program zabezpečenia kvality v rádiodiagnostike (1982)
- Program zabezpečenia kvality v rádioterapii (1984)
- Program zabezpečenia kvality v nukleárnej medicíne (1984)

RADIAČNÁ OCHRANA – legislatívny rámec

Európska únia - predpisy a odporúčania

Zmluva o založení Európskeho spoločenstva EURATOM (1955)

- Zabezpečenie radiačnej ochrany obyvateľstva členských krajín,
- Zvýšená ochrana zdravia pracovníkov so zdrojmi žiarenia a sledovanie veľkosti ožiarenia pracovníkov pri práci so zdrojmi žiarenia (monitorovanie)
- Sledovanie a hodnotenie veľkosti ožiarenia obyvateľov z lekárskeho ožiarenia a z prírodných zdrojov žiarenia

Európska komisia

- Základné smernice a nariadenia pre zabezpečenie radiačnej ochrany – záväzné pre všetky členské krajiny EÚ,
- Odporúčania a odbornú usmernenia pre zabezpečenie radiačnej ochrany, vrátane radiačnej ochrany pri lekárskom ožiarení

Európske predpisy a odporúčania v radiačnej ochrane

Európska komisia:

Smernica 2013/59/EURATOM ktorou sa stanovujú základné požiadavky na ochranu pred ionizujúcim žiarením

Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 116 o vzdelávaní a výcviku zdravotníckych pracovníkov v radiačnej ochrane pre lekárske ožiarenie (2000).

Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 97 o požiadavkách na zabezpečenie ochrany pri terapii rádiojódom I-131 (1997)

Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 99 o požiadavkách na lekárske ožiarenie pri medicínskom a biomedicínskom výskume (1998)

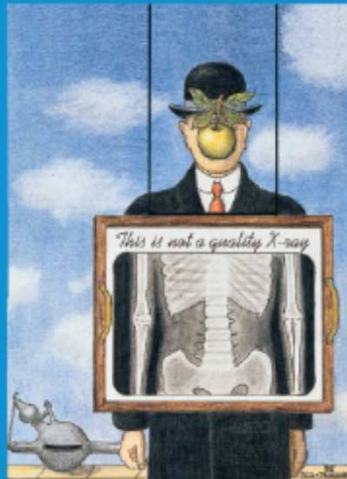
Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 100 o ochrane nenarodených detí a tehotných žien pri lekárskom ožiarení (1999)

- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 109** ktorým sa definujú diagnostické referenčné úrovne pre lekárske ožiarenie
- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 118** o požiadavkách na štandardné zobrazenie v rádiológii (vrátane indikácií na rádiologické vyšetrenia)
- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 136** o požiadavkách na zabezpečenie radiačnej ochrany v stomatologickej rádiológii
- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 178** o požiadavkách na zdravotnícke rádiologické zariadenia používané v rádiodiagnostike, rádioterapii a nukleárnej medicíne
- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 181** o základných požiadavkách na zabezpečenie radiačnej ochrany v externej rádioterapii
- **Usmernenie Európskej komisie EUR16260** o zabezpečení kvality zobrazenia v diagnostickej rádiológii (1996)
- **Usmernenie Európskej komisie EUR16261** o zabezpečení kvality zobrazenia v pediatrickej diagnostickej rádiológii (1996)
- **Usmernenie Európskej komisie EUR16262** o zabezpečení kvality zobrazenia v počítačovej tomografii (1999)

- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 154** o stanovení dávok obyvateľov z RTG vyšetrení (2006)
- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 159** o požiadavkách na vykonávanie klinického auditu na zdravotníckych rádiologických pracoviskách (2008)
- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 162** o požiadavkách na zdravotnícke rádiologické zariadenia používané v rádiodiagnostike, rádioterapii a nukleárnej medicíne
- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 172** o požiadavkách na radiačnú ochranu pri používaní stomatologických CB CT zariadení
- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 174** o požiadavkách na expertov pre medicínsku fyziku
- **Usmernenie Európskej komisie Radiation protection 175** o požiadavkách na vzdelávanie a výcvik zdravotníckych pracovníkov v radiačnej ochrane v Európskej únii
- **Správa Európskej komisie Radiation protection 180 o veľkosti ožiarenia Európskej populácie z lekárskeho ožiarenia**

EUROPEAN COMMISSION

EUROPEAN GUIDELINES ON QUALITY CRITERIA FOR DIAGNOSTIC RADIOGRAPHIC IMAGES



EUR 16260 EN

Let alone a MAGRITTE

EUROPEAN COMMISSION

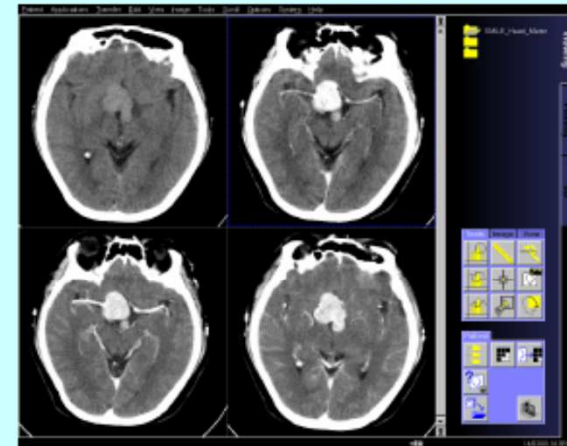
EUROPEAN GUIDELINES ON QUALITY CRITERIA FOR DIAGNOSTIC RADIOGRAPHIC IMAGES IN PAEDIATRICS



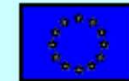
EUR 16261

EUROPEAN COMMISSION

EUROPEAN GUIDELINES ON QUALITY CRITERIA FOR COMPUTED TOMOGRAPHY



EUR 16262



Radiation protection !



European Commission

Slovenské predpisy v radiačnej ochrane pre lekárske ožiarenie

- **Zákon č. 355/2007 Z.z.** o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia
- **Nariadenie vlády SR č. 345/2006 Z.z.** o základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením (**96/29/EURATOM**)
- **Nariadenie vlády SR č. 340/2006 Z.z.** o ochrane zdravia osôb pred nepriaznivými účinkami ionizujúceho žiarenia pri lekárskom ožiarení (**97/43/EURATOM**)
- **Vyhláška MZ SR č. 545/2007 Z.z.** o požiadavkách na zabezpečenie radiačnej ochrany
- **Výnos MZ SR č. 28222/2005** - Odborné usmernenie pre vykonávanie preventívnych mamografických vyšetrení
- **Výnos MZ SR č. 9812/2008** – o minimálnych požiadavkách na personálne zabezpečenie a materiálnotechnické vybavenie jednotlivých druhov zdravotníckych zariadení (doplnené výnosom **9780/2012**).
- **Odborné usmernenie MZ SR č. 9292/2010** na zabezpečenie kvality a funkčnosti prístrojov pre radiačnú onkológiu

LEGISLATÍVNE POŽIADAVKY NA LEKÁRSKE OŽIARENIE

(Nariadenie vlády SR č. 340/2006 Z. z.)



Lekárske ožiarenie

Indikované rádiologické vyšetrenia:

- ožiarenie pacientov ako súčasť určenia ich diagnózy alebo liečby – tj. vyšetrenia indikované lekárom alebo iným odborníkom oprávneným indikovať rádiologické vyšetrenie, indikované na základe anamnézy a zdravotného stavu pacienta

Rádiologické vyšetrenia bez priamej indikácie:

- ožiarenie jednotlivcov pri sledovaní ich zdravotného stavu pri práci - **preventívne vyšetrenia**,
- ožiarenie jednotlivcov ako súčasť preventívnych zdravotných programov - **screeningové vyšetrenia**,
- ožiarenie zdravých jednotlivcov alebo pacientov, ktorí sa dobrovoľne zúčastňujú na medicínskych, biomedicínskych, diagnostických a terapeutických výskumných programoch – **ožiarenie dobrovoľníkov pri medicínskom výskume**.
- ožiarenie jednotlivcov ako súčasť osobitných vyšetrení pre vypracovanie lekárskeho posudku (**medicínsko - právne vyšetrenia**).

Základné princípy radiačnej ochrany a lekárske ožiarenie

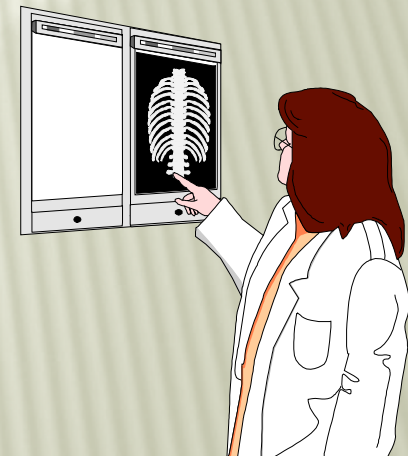
1. Odôvodnenie ožiarenia
2. Optimalizácia ožiarenia
3. Neprekročenie limitov ožiarenia



Odôvodnenie ožiarovania pacientov

(NV č. 340/2006)

- Lekárske ožiarovanie sa môže vykonávať len na základe **riadne odôvodnenej indikácie lekára** alebo iného odborníka oprávneného indikovať lekárske ožiarovanie.
- **Indikujúci lekári a odborníci vykonávajúci lekárske ožiarovanie sú povinní si vždy vyžiadať predchádzajúce diagnostické informácie alebo lekárske záznamy dôležité pre plánované vyšetrenie.**
- Získané údaje sa musia vziať do úvahy pri indikovaní vyšetrenia a pri jeho vykonaní, aby sa predišlo ožiarovaniu pacienta, ktoré nie je nevyhnutné.
- **Lekárske ožiarovanie, ktoré nie je riadne odôvodnené, sa nesmie vykonať.**



Odôvodnenie ožiarenia pacientov

(NV č. 340/2006)

- **Nové typy rádiologických postupov** musia byť riadne odôvodnené ešte pred ich zavedením do klinickej praxe.
- **Existujúce rádiologické postupy** musia byť prehodnotené vždy, keď sa získajú nové dôležité fakty o ich účinnosti alebo následkoch.
- Pred každým použitím zdroja ionizujúceho žiarenia na lekárske ožiarenie sa musia zistiť u pacienta **predchádzajúce aplikácie rádionuklidov a ionizujúceho žiarenia**, ktoré by mohli byť významné z hľadiska plánovaného vyšetrenia alebo terapie.

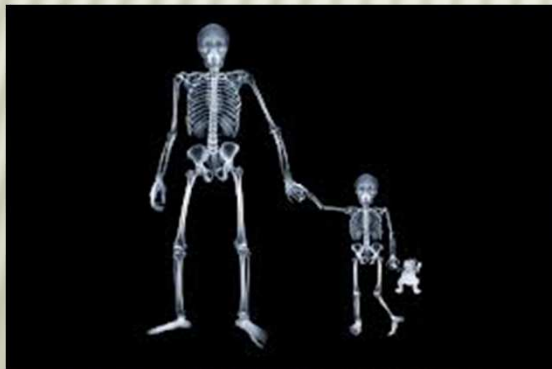
**Štandardný indikačný zoznam na vykonávanie
rádiologických vyšetrení**

Odôvodnenie ožiarenia pacientov

(NV č. 340/2006)

Osobitná pozornosť sa musí venovať indikácii lekárskeho ožiarenia a výberu vhodného rádiologického zariadenia a optimálneho vyšetrovaciemu postupu:

- **pri lekárskom ožiarení detí,**
- **vyšetreniam, ktoré sú spojené s vysokým ožiaréním pacienta,** ako je intervenčná rádiológia a počítačová tomografia.



Optimalizácia ožiarenia pacientov

(NV č. 340/2006)

Dávky spôsobené lekárskeým ožiareníím pri diagnostických rádiologických postupov sa musia udržiavať na tak nízkej úrovni, ktorá je rozumne dosiahnuteľná, pri získaní požadovaných diagnostických informácií, pričom sa zohľadňujú aj ekonomické a sociálne faktory.

Pri diagnostických röntgenových vyšetreniach sa musí vyšetrovací postup a diagnostický RTG prístroj zvoliť tak, aby **dávky ožiarenia v tkanivách vo vyšetrovanej časti tela a dávky ožiarenia v tkanivách a orgánoch, ktoré nie sú vyšetrované, boli čo najnižšie**, pričom **zníženie týchto dávok žiarenia nesmie obmedzovať úroveň a kvalitu získavaných diagnostických informácií**.

Na zabezpečenie optimalizácie ožiarenia jednotlivcov pri lekárskeom ožiarení sa ustanovujú **diagnostické referenčné úrovne**.



X-ray of normal cervical spine

X-ray of normal C-spine, side view

Diagnostické referenčné úrovne

(NV č. 340/2006)

Diagnostické referenčné úrovne sa stanovujú pre zabezpečenie optimalizácie ožiarenia jednotlivcov pri lekárskom ožiarení.

Diagnostické referenčné úrovne pre lekárske ožiarenie sú stanovené pri rádiodiagnostických vyšetreniach ako **vstupná dopadová dávka** alebo absorbovaná dávka pri jednotlivých vyšetreniach.

Diagnostické referenčné úrovne sa vzťahujú na **vyšetrenie štandardného dospelého pacienta** pri použití štandardného vyšetrovacieho postupu a nesmú sa prekračovať.

Trvalé **prekročovanie diagnostických referenčných úrovní** pre lekárske ožiarenie v klinickej praxi je **neprípustné**.

Prevádzkovateľ je povinný pravidelne kontrolovať dodržiavanie diagnostických referenčných úrovní lekárskeho ožiarenia.

Optimalizácia ožiarenia pacientov v nukleárnej medicíne

(NV č. 340/2006)

Pri diagnostických vyšetreniach metódami nukleárnej medicíny sa musí vyšetrovací postup zvoliť tak, aby bolo aplikované len **nevyhnutne potrebné množstvo rádioaktívnej látky** požadovanej čistoty a aktivity, ktoré zabezpečí potrebnú diagnostickú informáciu pri **čo najnižšej radiačnej záťaž pacienta**.

Na zabezpečenie optimalizácie ožiarenia jednotlivcov pri lekárskom ožiarení sa ustanovujú **diagnostické referenčné úrovne pre vyšetrenia v nukleárnej medicíne**.

Diagnostické referenčné úrovne sú stanovené pri vyšetreniach v nukleárnej medicíne ako **celková aktivita špecifického rádiofarmaka aplikovaná pacientovi** pri jednotlivom vyšetrení.

Trvalé **prekračovanie diagnostických referenčných úrovní** pre lekárske ožiarenie v klinickej praxi **je neprípustné**.

Diagnostické referenčné úrovne pre lekárske ožiarenie

Vyšetrenie	Projekcia	Vstupná povrchová dávka ^{a)} (vzťahnutá na jednu snímku) [mGy]
Bedrová chrbtica	AP – predozadná	10
	LAT – bočná	30
	LSJ – bočná lumbosakrálnej oblasti	40
Hrudná chrbtica	AP – predozadná	7
	LAT – bočná	20
Hrudník	PA – zadopredná	0,4
	LAT – bočná	1,5
Brucho, intravenózna urografia a cholecystografia	AP – predozadná	10
Digitálne spracovaný snímok pre oblasť brucha (DSA systém)	AP – predozadná	1
Panva	AP – predozadná	10
Bedrový zhyb	AP – predozadná	10
Zuby	AP – predozadná	5
	rádioviziografia	1
Lebka	PA – zadopredná	5
	LAT – bočná	3

^{a)} Vstupná povrchová dávka sa meria vo vzduchu, pričom sa berie do úvahy spätný rozptyl röntgenového žiarenia v tele pacienta. Hodnoty sa vzťahujú na kombináciu film – zosilňujúca fólia s relatívnym zosilnením 200. Pri použití zosilňujúcej fólie s relatívnym zosilnením 400 sa hodnoty znižujú dvakrát a pri použití zosilňujúcej fólie s relatívnym zosilnením 600 trikrát.

Diagnostické referenčné úrovne pre lekárske ožiarenie

Diagnostické referenčné úrovne pre vyšetrenie počítačovou tomografiou

Vyšetrenie	Dávka ^{b)} (na jedno vyšetrenie) [mGy]
Hlava	50
Bedrová chrbtica	35
Brucho	35

^{b)} Dávky sa merajú v osi rotácie v tkanivovo-ekvivalentných fantómoch, ktorých výška je 15 cm a priemer je 16 cm na vyšetrenie hlavy a 30 cm na vyšetrenie bedrovej chrbtice a brucha.

Tabuľka č. 5

(Príloha č.1 NV č. 340/2006)

Diagnostické referenčné úrovne pre vyšetrenia v nukleárnej medicíne

Vyšetrenie			Rádionuklid	Látka, chemická forma	Aplikovaná aktivita [MBq]
Orgán	druh vyšetrenia, skupina				
Kosti	Statická scintigrafia skeletu (celotelová, 3-fázová, SPECT)		Tc-99m	fosfáty a fosforové zlúčeniny	600
	Zobrazenie vybranej časti skeletu		Tc-99m	fosfáty a fosforové zlúčeniny	800
Kostná dreň	Scintigrafia kostnej drene (celotelová, SPECT)		Tc-99m	značený koloid	400
Mozog	Scintigrafia	dynamická	Tc-99m	TcO ₄ , DTPA	600
		statická	Tc-99m	TcO ₄ , DTPA	500
		SPECT	Tc-99m	TcO ₄ , DTPA, HMPAO, ECD	800
		akumulácia glukózy	F-18	FDG	400
		receptory	I-123	Iomazenil, IBZM	200
	SPECT vyšetrenie regionálneho prietoku krvi mozgom		Tc-99m	HMPAO	500
			Xe-133	Izotonický roztok NaCl	400
	Rádionuklidová cystenografia		In-111	DTPA	40
			Yb-169	EDTA	40
Štítna žľaza	Akumulačný test		I-131	jodid	1
	Scintigrafia	statická	Tc-99m	TcO ₄	200
			Tc-99m	MIBI, DMSA(V)	400
			I-123	jodid	20
			I-131	jodid	20
			Tl-201	chlorid	80
		celotelová	Tc-99m	MIBI, DMSA(V)	800
		SPECT pri karcinóme štítnej žľazy	I-131	jodid	400
	Tl-201		chlorid	100	
Prištítnne telieska	Scintigrafia statická		Tc-99m	TcO ₄	200
			Tc-99m	MIBI	600
			Tl-201	chlorid	80
Nadobličky	Scintigrafia statická		I-123	MIBG	200
			I-131	norcholesterol, MIBG	20

Tabuľka č. 6**(Príloha č.1 NV č. 340/2006)**

Zlomky z hodnôt aktivít rádionuklidov pre vyšetrenie priemerného dospelého pacienta uvedených v tabuľke č. 5 aplikované pri vyšetrení rozličných skupín detí v nukleárnej medicíne

Hmotnosť dieťaťa (kg)	Zlomok z aplikovanej aktivity	Hmotnosť dieťaťa (kg)	Zlomok z aplikovanej aktivity	Hmotnosť dieťaťa (kg)	Zlomok z aplikovanej aktivity
3	0,10	22	0,50	42	0,78
4	0,14	24	0,53	44	0,80
6	0,19	26	0,56	46	0,82
8	0,23	28	0,58	48	0,85
10	0,27	30	0,62	50	0,88
12	0,32	32	0,65	54	0,90
14	0,36	34	0,68	58	0,95
16	0,40	36	0,71	62	1,00
18	0,44	38	0,73	66	1,00
20	0,46	40	0,76	70	1,00

Pre diagnostiku a terapiu v nukleárnej medicíne prevádzkovateľ musí zabezpečiť vhodné rádiofarmaká pre všetky vykonávané vyšetrenia alebo terapiu. Odborník vykonávajúci lekárske ožiarenie je povinný vybrať najvhodnejšie rádiofarmakum a jeho aktivitu a ak je to možné, použiť metódu, ktorá vedie k zablokovaniu príjmu rádionuklidu do orgánov, ktoré nie sú predmetom vyšetrenia alebo terapie. (NV č. 340/2006 Z.z.)

Prepustenie pacientov s aplikovanými rádionuklidmi

(NV č. 340/2006)

Prepustenie pacientov s aplikovanými rádionuklidmi do domáceho ošetrovania je možné len vtedy, ak **zvyšková aktivita rádionuklidov** v tele pacienta nespôsobí vyššie ožiarenie ďalších osôb v kontakte s pacientom ako sú **medzné dávky** ustanovené v § 4 ods. 13 nariadenia vlády č. 340/2006 Z.z.

Ožiarenie obyvateľov nesmie prekročiť limity ožiarenia obyvateľov podľa osobitného predpisu a musí byť optimalizované.

Ošetrojúci lekár alebo klinický fyzik je povinný **poučiť pacienta pred prepustením do domácnosti o možných rizikách ožiarenia** iných osôb a dať pacientovi alebo jeho zákonnému zástupcovi **písomné inštrukcie o osobitnom režime správania sa v domácnosti z hľadiska radiačnej ochrany**.

O vykonanom poučení sa musí urobiť záznam v dokumentácii pacienta. Je potrebné pritom zistiť a vziať do úvahy sociálno-ekonomické podmienky pacienta v domácnosti a podmienky bývania, najmä počet miestností v domácnosti, sanitárne a hygienické zariadenia.

Prepustenie pacientov s aplikovanými rádionuklidmi (NV č. 340/2006)

Pri prepúšťaní pacientov **klinický fyzik musí stanoviť zvyškovú aktivitu** v tele pacienta a určí, či neprekračuje ustanovený limit.

Meranie zvyškovej aktivity sa robí spravidla pomocou merania dávkového príkonu v okolí tela pacienta, pričom sa zohľadňuje najvyššia nameraná hodnota.

Výsledky merania sa musia zaznamenať v zdravotnej dokumentácii pacienta.

Medzné dávky osôb starajúcich sa o pacientov, ktorí boli po aplikácii rádionuklidov prepustení zo zdravotníckeho zariadenia, alebo osôb, ktoré žijú s nimi v spoločnej domácnosti, alebo týchto pacientov navštevujú, zo súčtu všetkých vyšetrení alebo liečení pacienta je **efektívna dávka za kalendárny rok**

- a) 1 mSv u osôb mladších ako 18 rokov veku,
- b) 5 mSv u ostatných osôb mladších 60 rokov veku,
- c) 15 mSv u osôb starších 60 rokov veku.

Prepustenie pacientov s aplikovanými rádionuklidmi

(NV č. 340/2006)

Riziko ožiarenia ionizujúcim žiarením po prepustení pacienta po ambulantnej aplikácii I-131, alebo po prepustení z lôžkového oddelenia nukleárnej medicíny pre ďalšie osoby, ktoré sa starajú o pacienta, alebo s ním žijú v domácnosti, alebo ho navštevujú predstavuje:

- a) externé ožiarenie** osôb v blízkosti pacienta,
- b) vnútorná kontaminácia** osôb v blízkosti pacienta **vdychovaním** aerosólov I-131 uvoľňovaných z pacienta,
- c) vnútorná kontaminácia** osôb výlučkami pacienta pri priamom dotyku s pacientom, alebo použitím kontaminovaných predmetov.

Neprekročenie medznej dávky ožiarenia 1 mSv u osôb, ktoré sa po prepustení zo zdravotníckeho zariadenia starajú o pacientov po terapeuticknej aplikácii I-131, alebo žijú s nimi v spoločnej domácnosti, alebo týchto pacientov navštevujú, sa považuje za preukázané, ak **zvyšková aktivita I-131 v tele pacienta je menšia ako 400 MBq**, pri **dodržiavaní postupu stanoveného v osobitnom režime správaní** sa z hľadiska radiačnej ochrany.

Prepustenie pacientov s aplikovanými rádionuklidmi

(European Commission Radiation Protection No. 97/1998, 100/1998)



Radiation protection 97



**Radiation Protection following
Iodine-131 therapy (exposures
due to out-patients or
discharged in-patients)**



European Commission



Radiation protection 100



**Guidance for protection of
unborn children and infants
irradiated due to parental
medical exposures**



European Commission

Prepúšťanie pacienta po terapii otvorenými žiaričmi s aplikovaným nuklidom I-131 – odporúčané obmedzenia

(Odporúčania IAEA)

Aplikovaná aktivita	Cestovanie verejnou dopravou (denne)		Mimo práce	Spať samostatne, oddelené od partnera		Obmedziť kontakt s malými deťmi		
	1. týždeň	2. týždeň		Tehotná	Nie	<2 roky	2-5 rokov	5-11 rokov
(MBq)	(hod)	(hod)	(dní)	(dní)	(dní)	(dní)	(dní)	(dní)
200	3,5	24	0	15	1	15	11	5
400	1,5	14	3	20	8	21	16	11
600	1	9	6	24	11	25	20	14
800	0,5	7	8	26	13	27	22	16

Odporúčané obmedzenia

Zabránenie tehotenstvu po aplikácii rádiofarmák

(Odporúčania IAEA)

Po terapeutických aplikáciách rádiofarmák u žien – **obdobie, počas ktorého by nemalo dôjsť k otehotneniu:**

(Dávka na plod neprekročí 1 mSv)

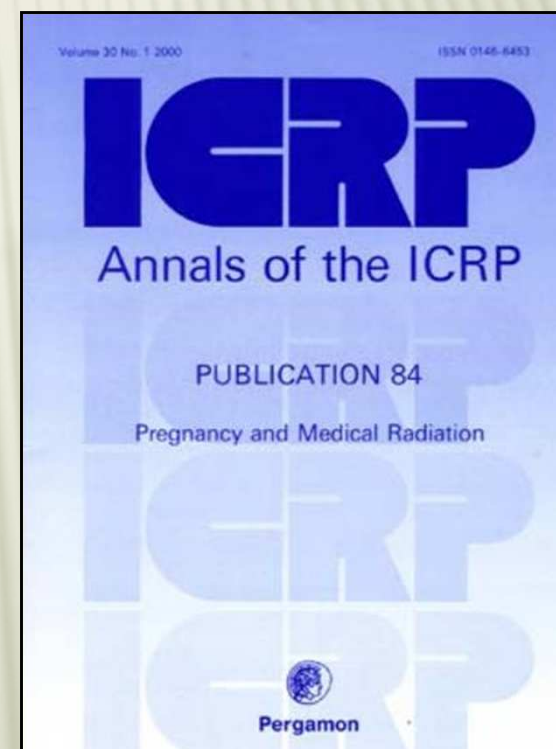
Rádionuklid a jeho forma	Terapeutická aplikácia	Aplikovaná aktivita (MBq)	Zabránenie tehotenstvu (mesiacov)
Au-198 colloid	Zhubný nádor	10 000	2
I-131 iodide	Tyreotoxikóza	800	4
I-131 iodide	Karcinóm štítnej žľazy	6 000	4
I-131 MIBG	Feochromocytóm	7 500	3
P-32 phosphate	Polycytémia	200	3
Sr-89 chloride	Kostné metastázy	150	24
Y-90 colloid	Zhubné nádory	4 000	1
Y-90 colloid	Artritické kĺby	400	0

Osobitná ochrana žien počas tehotenstva a dojčenia

(NV č. 340/2006 Z.z.)

V prípade žien v reprodukčnom veku **indikujúci lekár** a **pracovník vykonávajúci ožiarenie** **musí zistiť informácie, či žena nie je tehotná alebo dojčiaca** a tieto údaje musí zaznamenať v zdravotnej dokumentácii.

Ak tehotenstvo nie je možné vylúčiť, v závislosti na type lekárskeho ožiarenia, predovšetkým ak sa to týka ožiarenia v oblasti brucha a panvy, musí sa venovať osobitná pozornosť riadnemu zdôvodneniu ožiarenia, najmä vzhľadom na neodkladnosť vyšetrenia a **pri optimalizácii lekárskeho ožiarenia sa musí zohľadniť ožiarenie matky a nenarodeného dieťaťa.**



Odporúčanie ICRP

Osobitná ochrana žien počas tehotenstva a dojčenia

(NV č. 340/2006 Z.z.)

Prevádzkovateľ musí preukázateľne **zabezpečiť informovanie pacientky** o možných **rizikách spojených s lekársnym ožiarением** a o možných rizikách pre jej nenarodené dieťa.

V prípade dojčiacich žien pri diagnostike alebo terapii v **nukleárnej medicíne** sa musí osobitná pozornosť venovať riadnemu zdôvodneniu ožiarenia, najmä vzhľadom na jeho neodkladnosť a pri optimalizácii lekárskeho ožiarenia **sa musí zohľadniť ožiarenie matky a dojčeného dieťaťa**.

V prípade aplikácie rádioaktívnych látok musí lekár preukázateľne informovať dojčiacu matku aj o **rizikách spojených s dojčením alebo blízkym kontaktom s deťmi**.

Pri dojčiacich matkách sa musí **prerušiť dojčenie** pred aplikáciou I-131 od začiatku liečby a **nepokračovať v dojčení ani potrebnú dobu po prepustení** zo zdravotníckeho zariadenia.

Prerušenie dojčenia

(NV č. 340/2006 Z.z.)

Pri dojčiacich matkách sa musí **prerušit' dojčenie** pri aplikácii rádiofarmák od začiatku liečby a **nepokračovať v dojčení** ani po prepustení zo zdravotníckeho zariadenia po návrate do domácnosti, pokiaľ ošetrujúci lekár nerozhodne inak.

Ošetrujúci lekár je povinný preukázateľne **poučiť dojčiacu matku o rizikách** pre dojčiacie dieťa.

Dĺžka obdobia, počas ktorého je žena po aplikácii rádiofarmák **povinná prerušit' dojčenie**, závisí od:

- a) typu rádionuklidu (fyzikálny polčas premeny)
- b) typu rádiofarmaka (chemické a biochemické vlastnosti; efektívny polčas)
- c) celkovej aplikovanej aktivity a spôsobu aplikácie

Odporúčania Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu - IAEA a Medzinárodnej komisie pre rádiologickú ochranu - ICRP.

Prerušenie dojčenia po aplikácii rádiofarmák

Rádiofarmakum	Aplikovaná aktivita (MBq)	Prerušenie dojčenia	Odporúčané prerušenie
Ga-67 citrat	185	Áno	Ukončiť
Tc-99m DTPA	740	Nie	
Tc-99m MAA albumin	148	Áno	12 hod
Tc-99m Pertechnetat	185	Áno	4 hod
I-131 NaI	5550	Áno	Ukončiť
Cr-51 EDTA	1,85	Nie	
Tc-99m DISIDA	300	Nie	
Tc-99m HAM	300	Nie	
Tc-99m RBCs	740	Áno	12 hod
Tc-99m MIBI	1110	Áno	4 hod
Tc-99m MDP	740	Nie	
Tc-99m WBCs	185	Áno	48 hod
Tc-990 MAG3	370	Nie	
Tl-201	111	Áno	96 hod

Prerušenie dojčenia po aplikácii rádiofarmák

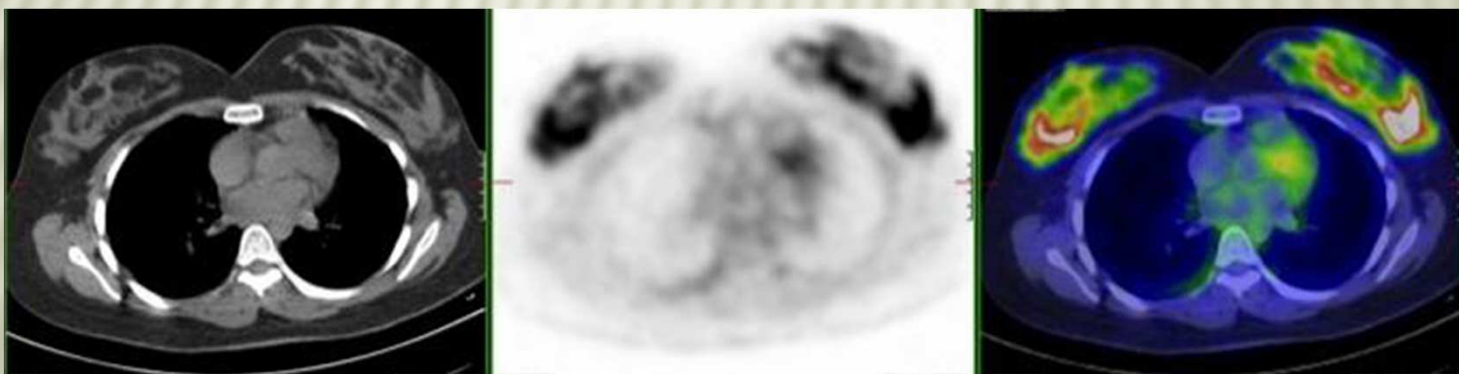
Rádiofarmakum	Aplikovaná aktivita (MBq)	Prerušenie dojčenia	Odporúčané prerušenie
In-111 WBCs	20	Nie	
Tc-99m sulphur colloid	444	Nie	
I-123 NaI	14,8	Áno	Ukončiť
I-123 OIH	74	Nie	
I-123 MIBG	370	Áno	48 hod
I-123 OIH	0,37	Nie	
I-131 OIH	11,1	Nie	
Tc-99m DTPA aerosol	37	Nie	
F-18 FDG	400	Áno	1 hod
Tc-99m MAA	200	Áno	12 hod
Tc-99m Pertechnate	400	Áno	34 hod
In-111 octreotide	200	Áno	45 hod
I-125 HSA	0,2	Áno	6 dní

Osobitná ochrana žien počas tehotenstva

(NV č. 340/2006 Z.z.)

U tehotných žien sa vykonávajú vyšetrenia spojené s ožiarением len **v neodkladných prípadoch** alebo z pôrodnickej indikácie, pričom musí byť zvolený taký vyšetrovací postup a taká prístrojová technika, ktorá **zabezpečí potrebnú ochranu plodu**.

Tehotné ženy sa nesmú zúčastňovať na medicínskych, biomedicínskych, diagnostických alebo terapeutických výskumných programoch spojených s lekárskeým ožiarением, alebo na výskumoch v rámci overovania nových rádiologických postupov pred ich zavedením do klinickej praxe. Ak sa pri takomto výskume aplikujú rádionuklidy, **nesmú sa ich zúčastňovať ani dojčiace matky**.



Koncentrácia
F-18 v prsiach
dojčiacej
matky
(PET-CT)

Dávky na plod pri niektorých vyšetreniach v nukleárnej medicíne

Rádiofarmakum	Aplikovaná aktivita (MBq)	Dávka na plod (mGy)			
		<1 mesiac	3 mesiace	6 mesiacov	9 mesiacov
F-18 FDG	370	8,1	8,1	6,3	6,3
Ga-67 citrat	190	18	38	34	25
I-123 MIBG	350	6,3	4,2	2,4	2,2
I-131 (terapeutická aplikácia)	1900	140	130	440	510
In-111 SPECT	230	19	14	8	7
Tc-99m DMSA	220	1,1	1,0	0,88	0,75
Tc-99m DTPA (obličky)	750	9,0	6,5	3,1	3,5
Tc-99m HMPAO	750	6,5	5,0	3,6	2,7
Tc-99m MAG3	750	14	10	4,1	3,9
Tc-99m MDP	750	4,6	4,0	2,0	1,8
Tc-99m pertechnát (štítna žľaza)	400	4,4	8,8	5,6	3,7
Tl-201 chlorid (SPECT)	110	11	6,4	5,2	3,0

Princíp neprekročenia limitov ožiarenia

(NV 345/2006 Z. z. § 6 ods. (3))

„Každý, kto vykonáva činnosť vedúcu k ožiareniu, je povinný obmedzovať ožiarenie tak, aby celkové osobné dávky jednotlivcov zo všetkých vykonávaných činností neprekročili ustanovené limity ožiarenia“.

Pri lekárskom ožiarení sa tento princíp neuplatňuje

- **Pacienti** - pri lekárskom ožiarení sa uplatňujú len princípy odôvodnenia a optimalizácie ožiarenia – treba dodržiavať tzv. **diagnostické referenčné úrovne**.
- **Sprevádzajúce osoby** – pri lekárskom ožiarení sa uplatňujú len princípy odôvodnenia a optimalizácie ožiarenia – využívajú sa tzv. **medzné dávky pre sprevádzajúce osoby**.

Klinická zodpovednosť za lekárske ožiarenia

(NV 340/2006 Z.z., § 5)

(1) Indikujúci lekár zodpovedá za:

- riadne zdôvodnenie lekárskeho ožiarenia
- zabezpečenie potrebnej spolupráce s odborníkom vykonávajúcim lekárske ožiarovanie v procese odôvodnenia ožiarenia
- získanie všetkých dostupných diagnostických informácií o predchádzajúcich vyšetreniach pacienta a lekárskeho záznamov dôležitých pre plánované lekárske ožiarovanie a za ich zohľadnenie pri indikovaní vyšetrenia

(2) Klinickú zodpovednosť za vykonanie lekárskeho ožiarenia má odborník vykonávajúci lekárske ožiarovanie, zodpovedá najmä:

- za optimalizáciu lekárskeho ožiarenia
- za zabezpečenie spolupráce s ďalšími odborníkmi a zdravotníckym personálom pri praktickom vykonaní vyšetrenia
- za poskytovanie informácií o rizikách ionizujúceho žiarenia pacientom a sprevádzajúcim osobám

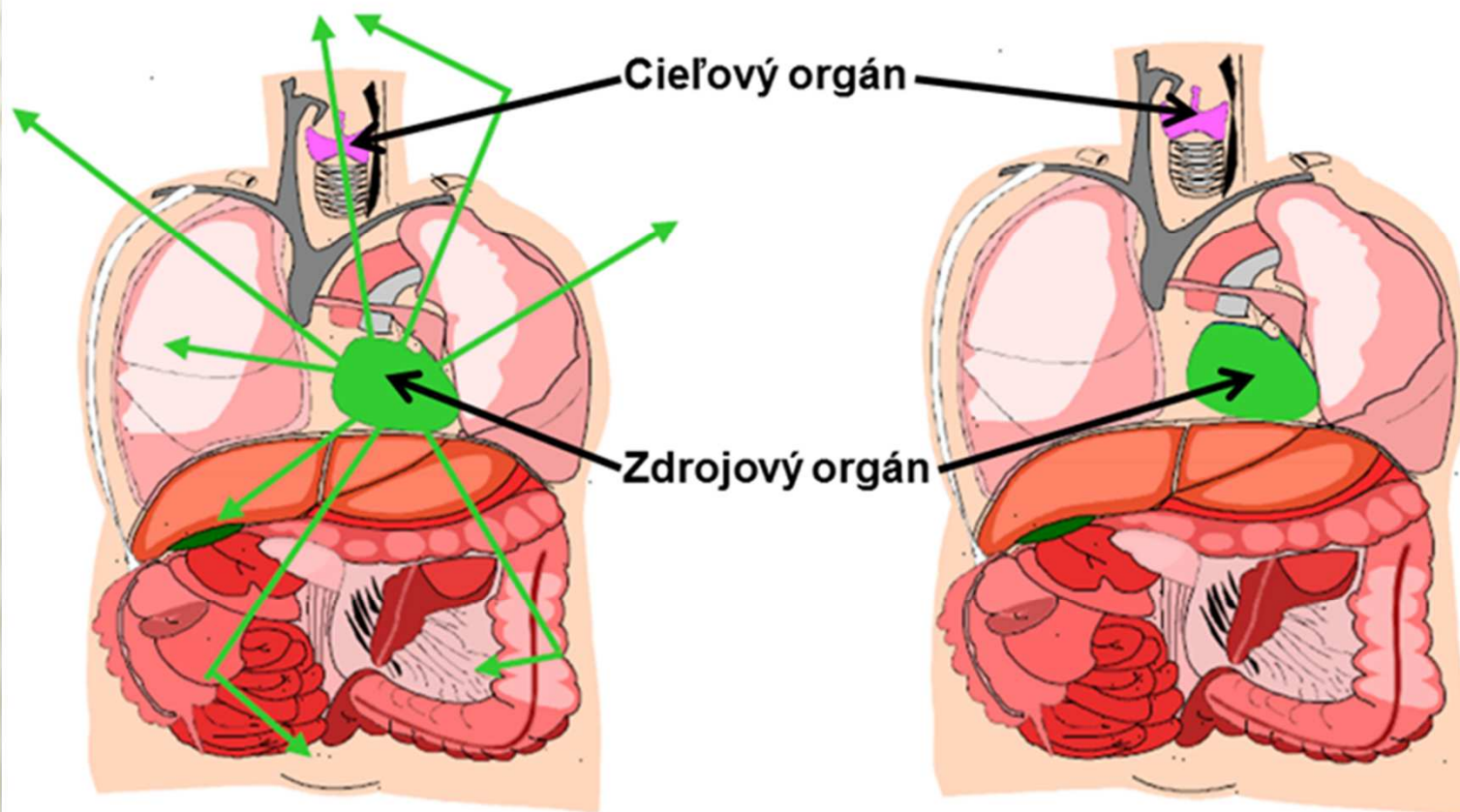
Zabezpečenie radiačnej ochrany pacientov

- **Odôvodnenie ožiarenia**
- **Optimalizácia ožiarenia**
- **Aplikácia diagnostických referenčných úrovní**
- **Sledovanie a hodnotenie veľkosti ožiarenia pacientov**
- **Vedenie záznamov o veľkosti ožiarenia pacientov**
- **Informovanie pacientov o možných rizikách**

Sledovanie a hodnotenie veľkosti ožiarenia pacientov z aplikovaných rádiofarmák v nukleárnej medicíne v SR

Ožiaranie pacienta pri vyšetrení v nukleárnej medicíne

Absorpcia ionizujúceho žiarenia emitovaného zo zdrojového orgánu v cieľovom orgáne ľudského tela



Prenikavé žiarenie

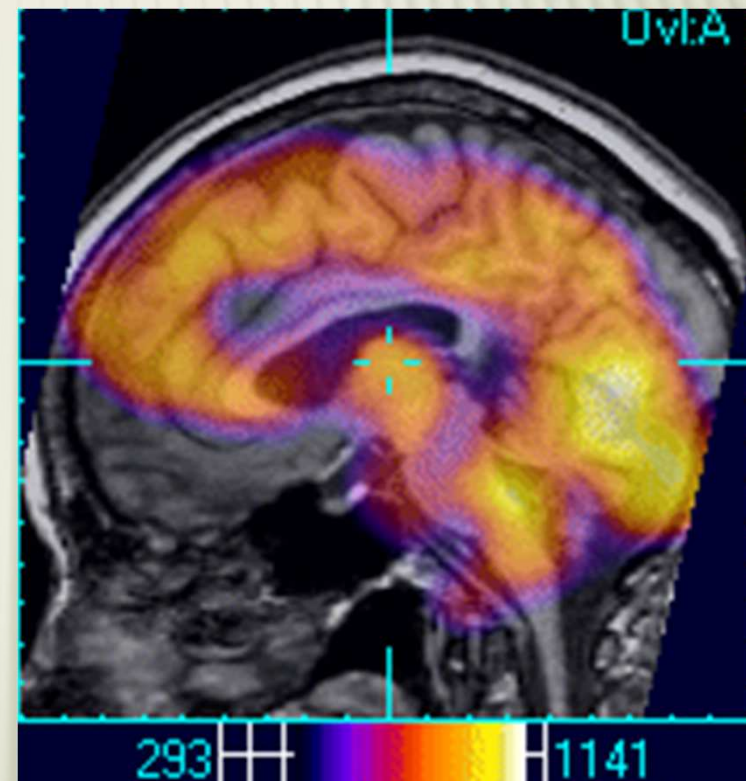
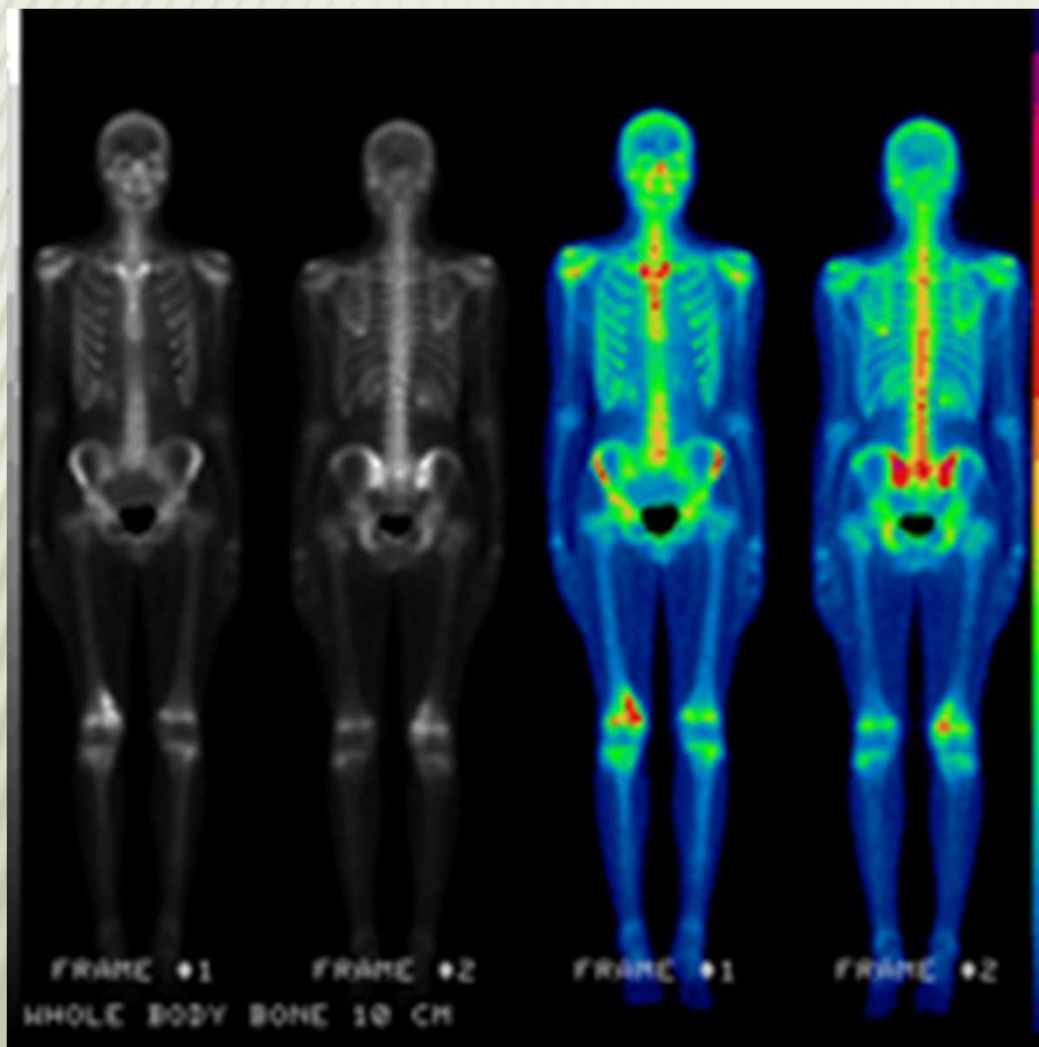
(fotóny gama žiarenia s $E > 10 \text{ keV}$)

Slabo prenikavé žiarenie

(alfa, beta, pozitrony, fotóny s $E < 10 \text{ keV}$)

Nukleárna medicína

Stredné hodnoty efektívnych dávok pre štandardného pacienta



Základné údaje o štúdii ÚVZ SR o ožiarení pacientov v nukleárnej medicíne v Slovenskej republike

- V roku 2012 bolo oslovených v rámci štúdie všetkých 12 kliník a oddelení nukleárnej medicíny v Slovenskej republike.
- Požadované údaje doručilo 100 % pracovísk.
- Celkovo boli v rámci štúdie spracované kompletne údaje o **29 975 vyšetrovaných pacientoch**, čo predstavuje **70,30 % z celkového počtu vyšetrení v nukleárnej medicíne vykonaných v roku 2012**.

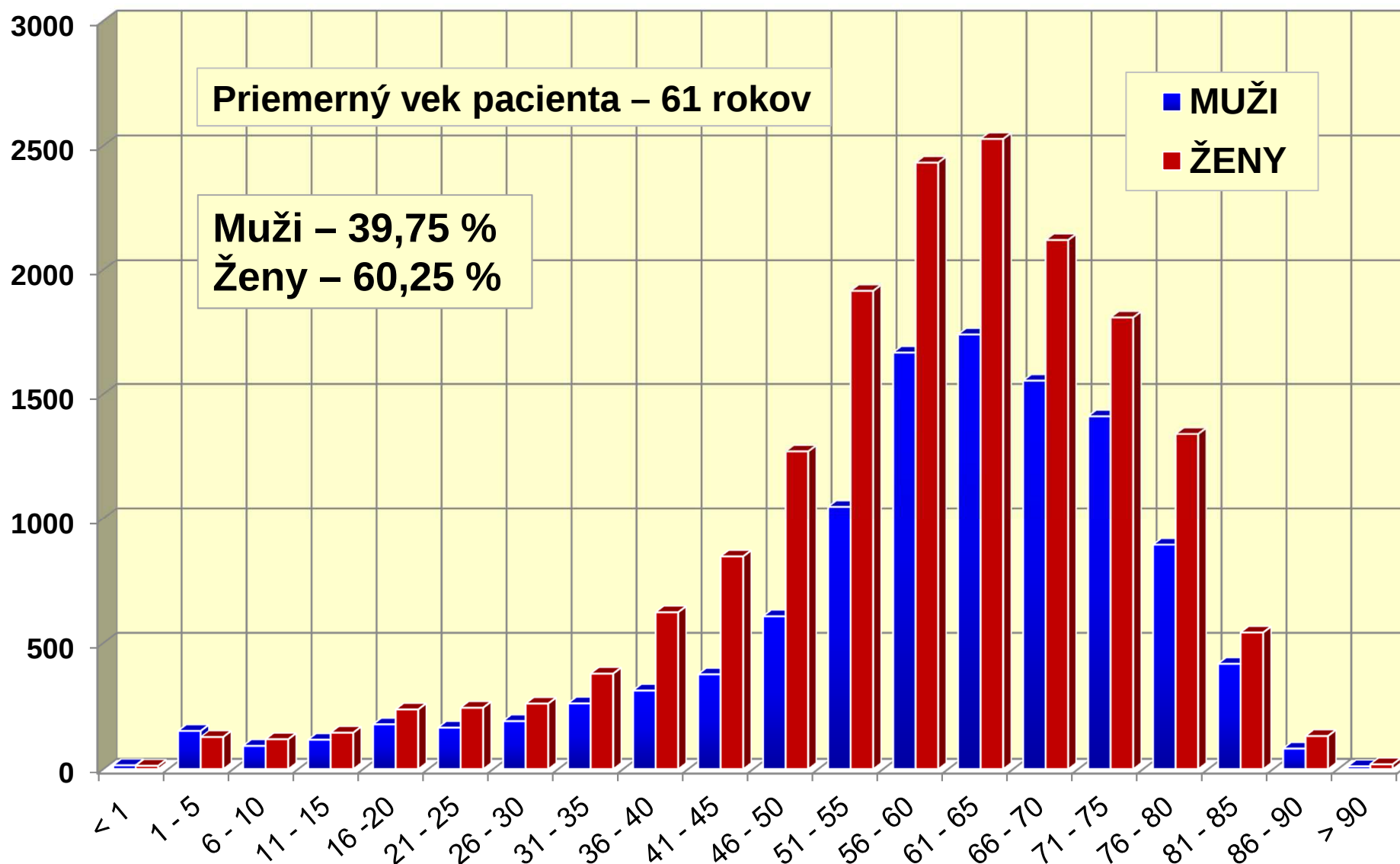
Z toho:

- **23 925 gamagrafických a SPECT vyšetrení**
- **5 888 PET a PET/CT vyšetrení**
- **162 SPECT/CT vyšetrení**
- **Spracovávané údaje obsahovali:**
 - Identifikačné údaje pacientov, vek, výška, hmotnosť,
 - Typ vykonaného vyšetrenia – **spolu 54 typov rôznych vyšetrení**,
 - Použitý rádionuklid, aplikovaná aktivita a typ použitého rádiofarmaka, spôsob aplikácie rádiofarmaka (intravenózne, perorálne, subkutánne, intratumorálne) – celkovo **47 druhov rôznych rádiofarmák**,
 - Pri vykonaní CT – DLP, resp. $CTDI_{VOL}$ a dĺžka skenovania a oblasť skenovania

Počet vykonaných vyšetrení metódami nukleárnej medicíny v Slovenskej republike

Rádionuklidové in-vivo vyšetrenia v nukleárnej medicíne	Počet vyšetrení		
	2010	2011	2012
Vyšetrenia spolu	42 115	42 330	42 637
Mozog	382	645	739
Pľúca	6 977	7 621	7 472
Srdce	2 479	2 382	2 120
Cievy	1 570	1 654	1 956
Endokrinológia	3 753	3 201	3 109
Obličky	6 014	5 387	4 367
GIT	571	625	518
Skelet	14 947	14 887	15 347
Hematologické vyšetrenia	245	299	276
Nádorová diagnostika	706	907	945
PET/CT	3 949	4 030	5 255
Scintigrafické vyšetrenie iného orgánu	522	692	533

Slovenská republika - distribúcia vyšetrovaných pacientov v nukleárnej medicíne podľa pohlavia a veku (rok 2012)



Veľkosť ožiarenia pacientov pri vyšetreniach v nukleárnej medicíne v Slovenskej republike

Vyšetrenia PET/CT a SPECT /CT

Názov vyšetrenia	Označenie rádiofarmaka	Priemerná aplikovaná aktivita (MBq)	Priemerný úvazok efektívnej dávky (mSv)	Priemerná efektívna dávka CT (mSv)	Priemerná efektívna dávka pacienta (mSv)
PET vyšetrenie (bez CT)	F-18 FDG	402,68	7,859	0,000	7,859
PET/CT vyšetrenie	F-18 FDG	380,27	7,235	7,482	14,711
Celotelová scintigrafia nádorov SPECT s CT	In-111 Octreoscan	251,00	13,550	6,390	19,944
Celotelová scintigrafia nádorov SPECT s CT	I-123 MIBG	260,00	3,380	9,372	13,100
Kľudová scintigrafia srdca SPECT s CT	Tc-99m Myoview	741,08	5,930	0,101	6,029
Perfúzna scintigrafia pľúc SPECT s CT	Tc-99m MAA	106,25	1,170	3,931	5,100

Veľkosť ožiarenia pacientov pri vyšetreniach v nukleárnej medicíne v Slovenskej republike

Gamagrafia a SPECT vyšetrenia

Názov vyšetrenia	Označenie rádiofarmaka	Priemerná aplikovaná aktivita (MBq)	Priemerný úväzok efekt. dávky (mSv)
Akumulačný test štítnej žľazy	I-131 Jodid sodný	2,73	65,400
Celotelová scintigrafia nádorov I-123	I-123 AdreView	129,00	3,340
Celotelová scintigrafia nádorov In-111	In-111 OctreoScan	140,55	7,590
Celotelová scintigrafia nádorov Tc-99m	Tc-99m MIBI	700,00	6,300
Celotelová scintigrafia pri karcinóme štítnej žľazy	Tc-99m Sestamibi	735,00	6,615
Celotelová scintigrafia pri karcinóme štítnej žľazy	I-131	185,00	11,285
Diagnostika hemangiómu pečene	Tc-99m RBC	679,00	4,751

Veľkosť ožiarenia pacientov pri vyšetreniach v nukleárnej medicíne v Slovenskej republike

Gamagrafia a SPECT vyšetrenia

Názov vyšetrenia	Označenie rádiofarmaka	Priemerná aplikovaná aktivita (MBq)	Priemerný úväzok efekt. dávky (mSv)
Dynamická scintigrafia obličiek	Tc-99m DTPA	177,00	0,919
Dynamická scintigrafia obličiek	Tc-99m MAG3	151,00	1,125
Flebografia (cievy)	Tc-99m MAA	176,00	1,935
Lokalizácia krvácania do GIT	Tc-99m RBC	721,00	4,860
Lokalizácia sentinelovej uzliny	Tc-99m Nanocoll	103,00	1,751
Cholescintigrafia	Tc-99m HIDA	146,71	2,546
Kľudová scintigrafia srdca - Tc-99m	Tc-99m Tetrofosmin	689,03	5,894
Kľudová scintigrafia srdca - Tl-201	Tl-201 chlorid	179,08	28,653

Veľkosť ožiarenia pacientov pri vyšetreniach v nukleárnej medicíne v Slovenskej republike

Gamagrafia a SPECT vyšetrenia

Názov vyšetrenia	Označenie rádiofarmaka	Priemerná aplikovaná aktivita (MBq)	Priemerný úväzok efekt. dávky (mSv)
Perfúzna scintigrafia kĺbov	Tc-99m Pertechnetát	201,95	2,625
Perfúzna scintigrafia pľúc	Tc-99m MAA	137,41	1,513
Rádionuklidová lymfografia	Tc-99m Sentiscint	151,60	1,399
Scintigrafia GIT	Tc-99m Pertechnetát	430,33	3,466
Scintigrafia kostnej drene	Tc-99m Nanocoll	374,00	3,628
Scintigrafia mozgu - I-123 joflupan	I-123 Joflupan, IBZM	172,94	4,167
Scintigrafia mozgu - Tc-99m HMPAO	Tc-99m HMPAO	657,83	6,640
Scintigrafia nadobličiek	I-123 MIBG	155,43	1,914

Veľkosť ožiarenia pacientov pri vyšetreniach v nukleárnej medicíne v Slovenskej republike

Gamagrafia a SPECT vyšetrenia

Názov vyšetrenia	Označenie rádiofarmaka	Priemerná aplikovaná aktivita (MBq)	Priemerný úväzok efekt. dávky (mSv)
Scintigrafia prištítnych teliesok Tc-99m	Tc-99m Sestamibi	486,01	4,302
Scintigrafia prištítnych teliesok Tl-201	Tl-201 chlorid	80,00	12,800
Mammoscintigrafia	Tc-99m MIBI	205,56	1,850
Scintigrafia skeletu	Tc-99m HDP, MDP	735,47	4,206
Scintigrafia slinných žliaz	Tc-99m Pertechnetát	100,55	1,309
Scintigrafia štítnej žľazy	Tc-99m Pertechnetát	168,63	2,195
Zobrazenie zápalových ložísk Ga-67	Ga-67 Citrát	205,00	20,500
Zobrazenie zápalových ložísk In-111	In-111 Octreoscan	196,57	10,615
Zobrazenie zápalových ložísk Tc-99m	Tc-99m HMPAO	484,12	5,119

Veľkosť ožiarenia pacientov pri vyšetreniach v nukleárnej medicíne v Slovenskej republike

Gamagrafia a SPECT vyšetrenia

Názov vyšetrenia	Označenie rádiofarmaka	Priemerná aplikovaná aktivita (MBq)	Priemerný úväzok efekt. dávky (mSv)
Selektívna scintigrafia sleziny	Tc-99m RBC	201,00	1,407
Statická scintigrafia obličiek	Tc-99m DMSA	144,34	1,493
Statická scintigrafia pečene	Tc-99m MDP, PYP	292,58	2,196
Ventilačná scintigrafia pľúc	Kr-81m Plyn	3205,72	0,087
Vyšetrenie obličiek - GF	I-131 HIPPURAN	0,77	0,400
Záťažová scintigrafia srdca	Tc-99m Tetrafosmin	347,30	2,608
Záťažová scintigrafia srdca - MIBI	Tc-99m Sestamibi	406,52	3,212
Vyšetrenie GIT - evakuácia žalúdka	Tc-99m DTPA	117,50	2,233
Vyšetrenie GIT - pažerák	Tc-99m DTPA	185,00	3,515

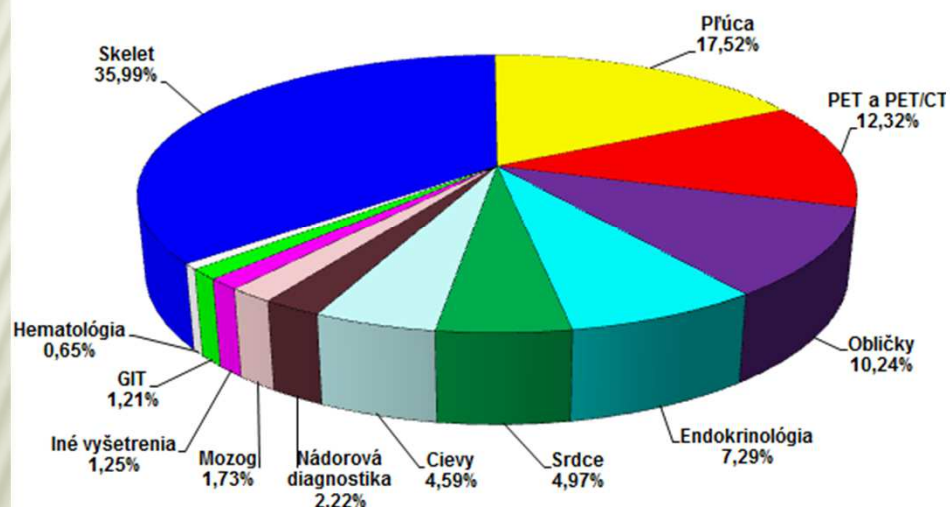
Celkový počet vyšetrení v nukleárnej medicíne a kolektívne efektívne dávky v SR - 2012

Vyšetrenia in vivo	Počet vyšetrení	Kolektívna efektívna dávka (man.mSv)
Skelet	15 347	64 518,73
Plúca	7 472	7 015,44
PET a PET/CT	5 255	72 738,39
Obličky	4 367	4 982,41
Endokrinológia	3 109	30 245,96
Srdce	2 120	9 889,33
Cievy	1 956	3 350,05
Nádorová diagnostika	945	8 189,46
Mozog	739	5 079,52
Iné vyšetrenia	533	1 567,02
GIT	518	1 527,65
Hematológia	276	1 374,14
SPOLU	42 637	210 478,08

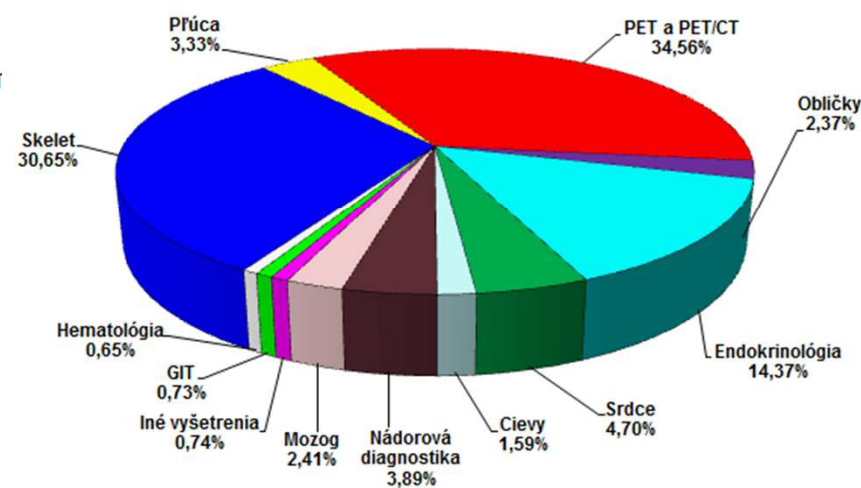
Distribúcia počtu vyšetrení v nukleárnej medicíne a ich príspevok ku kolektívnej efektívnej dávke populácie

Slovenská republika - 2012

Distribúcia počtu jednotlivých vyšetrení v nukleárnej medicíne v Slovenskej republike - 2012 (v %)



Príspevok ku kolektívnej efektívnej dávke z jednotlivých vyšetrení v nukleárnej medicíne v Slovenskej republike - 2012 (v %)



■ Skelet

■ Pľúca

■ PET a PET/CT

■ Obličky

■ Endokrinológia

■ Srdce

■ Cievy

■ Nádorová diagnostika

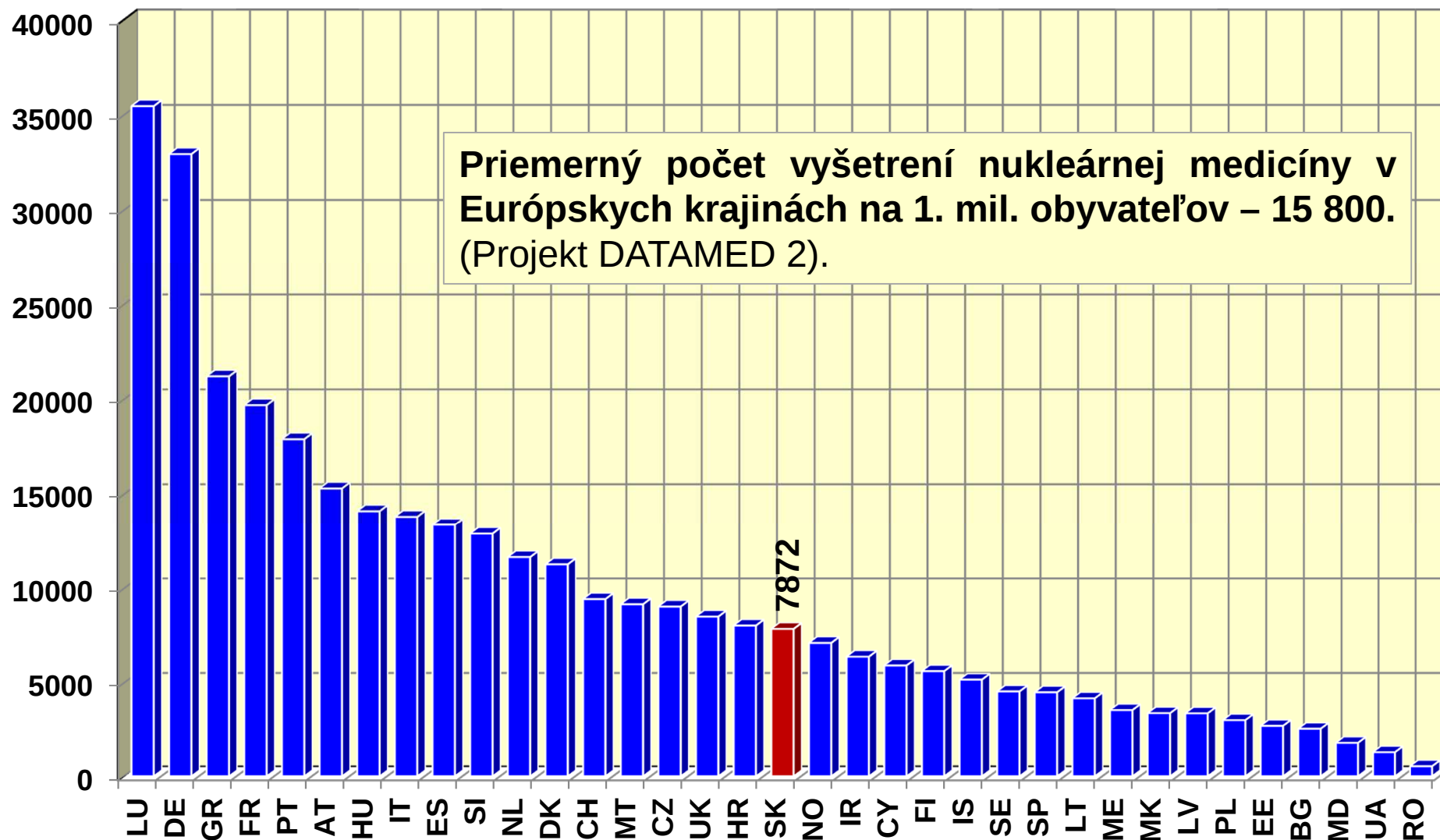
■ Mozog

■ Iné vyšetrenia

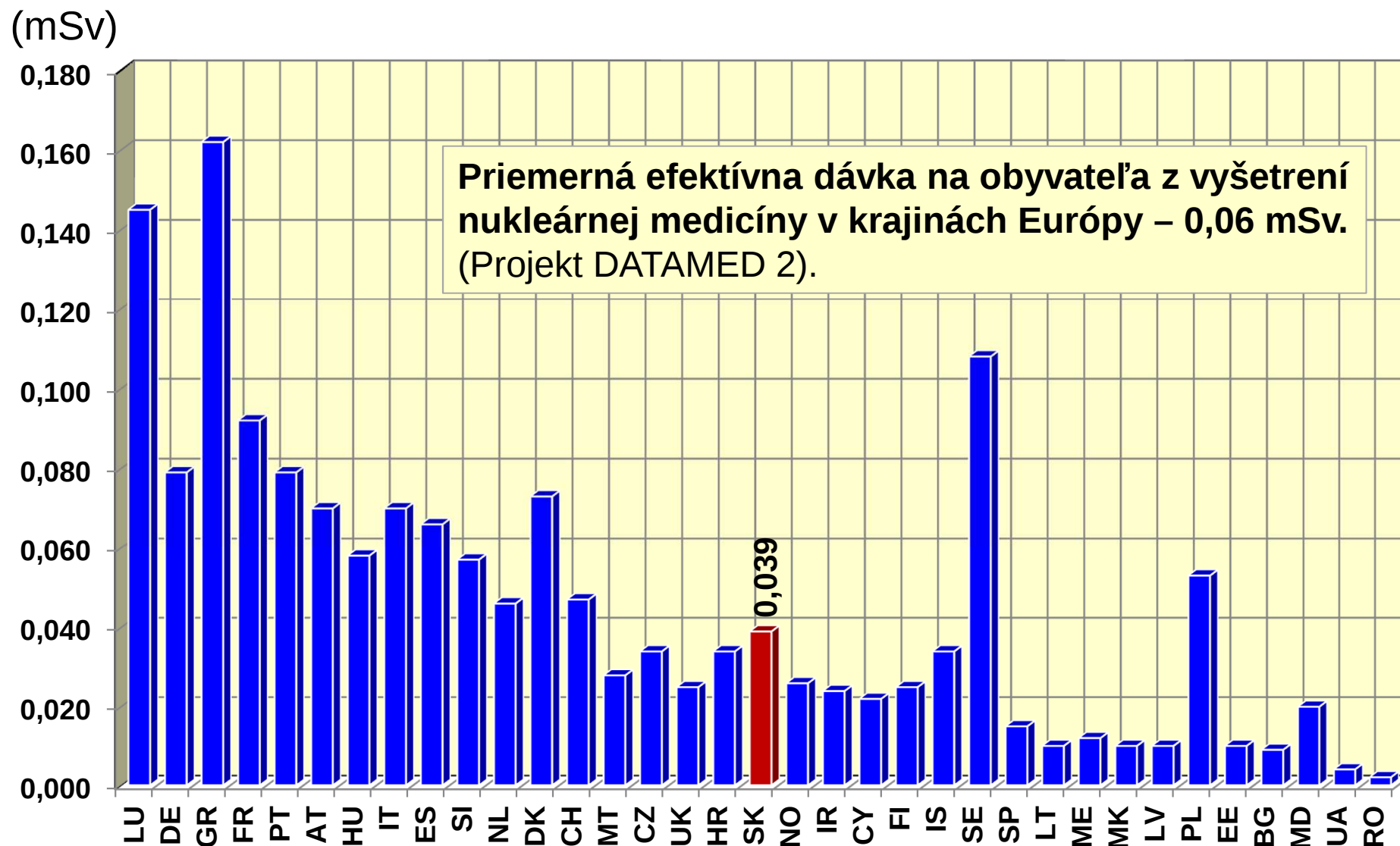
■ GIT

■ Hematológia

Normalizovaný počet vyšetrení nukleárnej medicíny na 1 mil. obyvateľov v Európskych krajinách

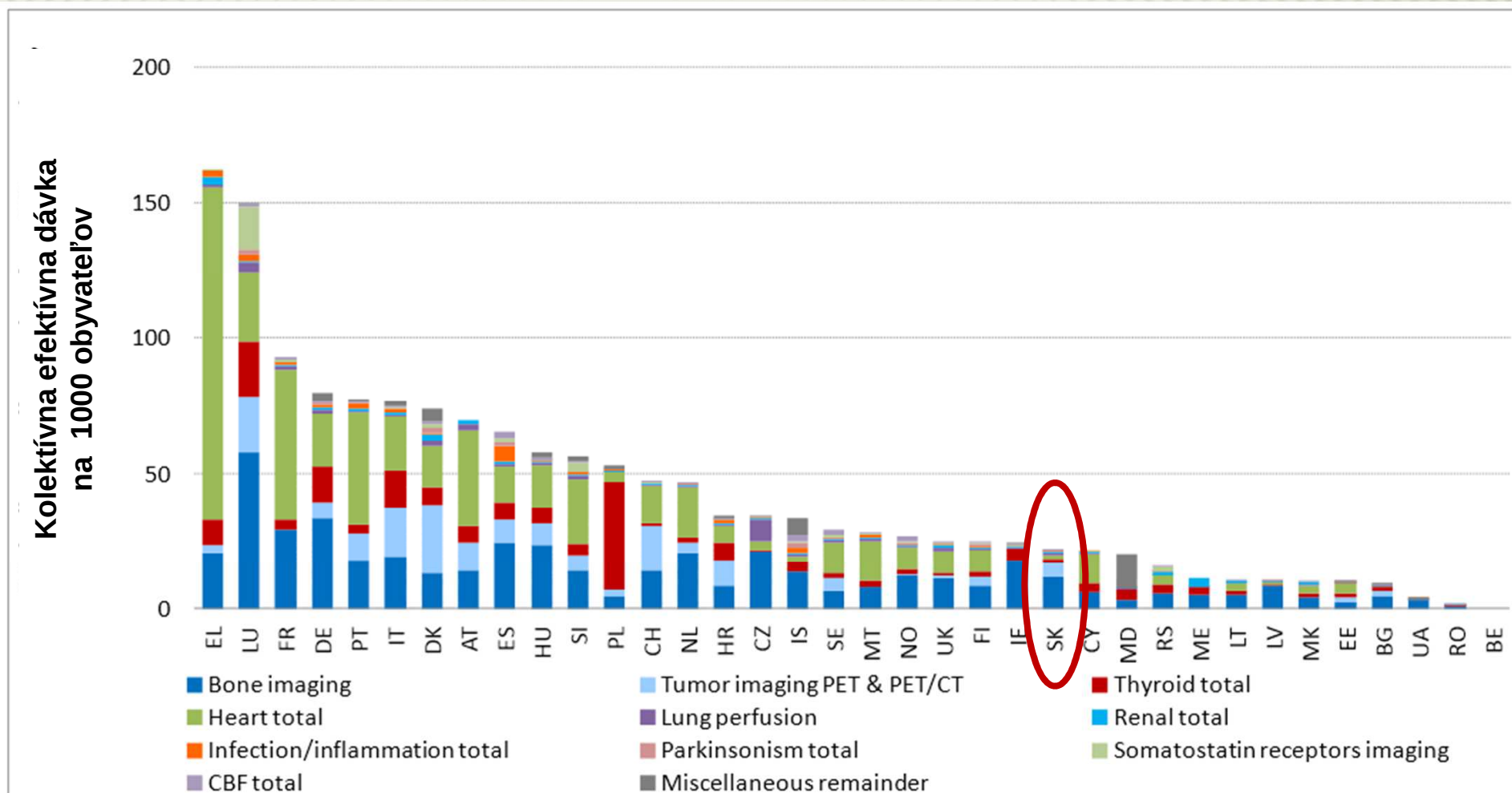


Priemerná efektívna dávka z vyšetrení v nukleárnej medicíne na jedného obyvateľa v Európskych krajinách



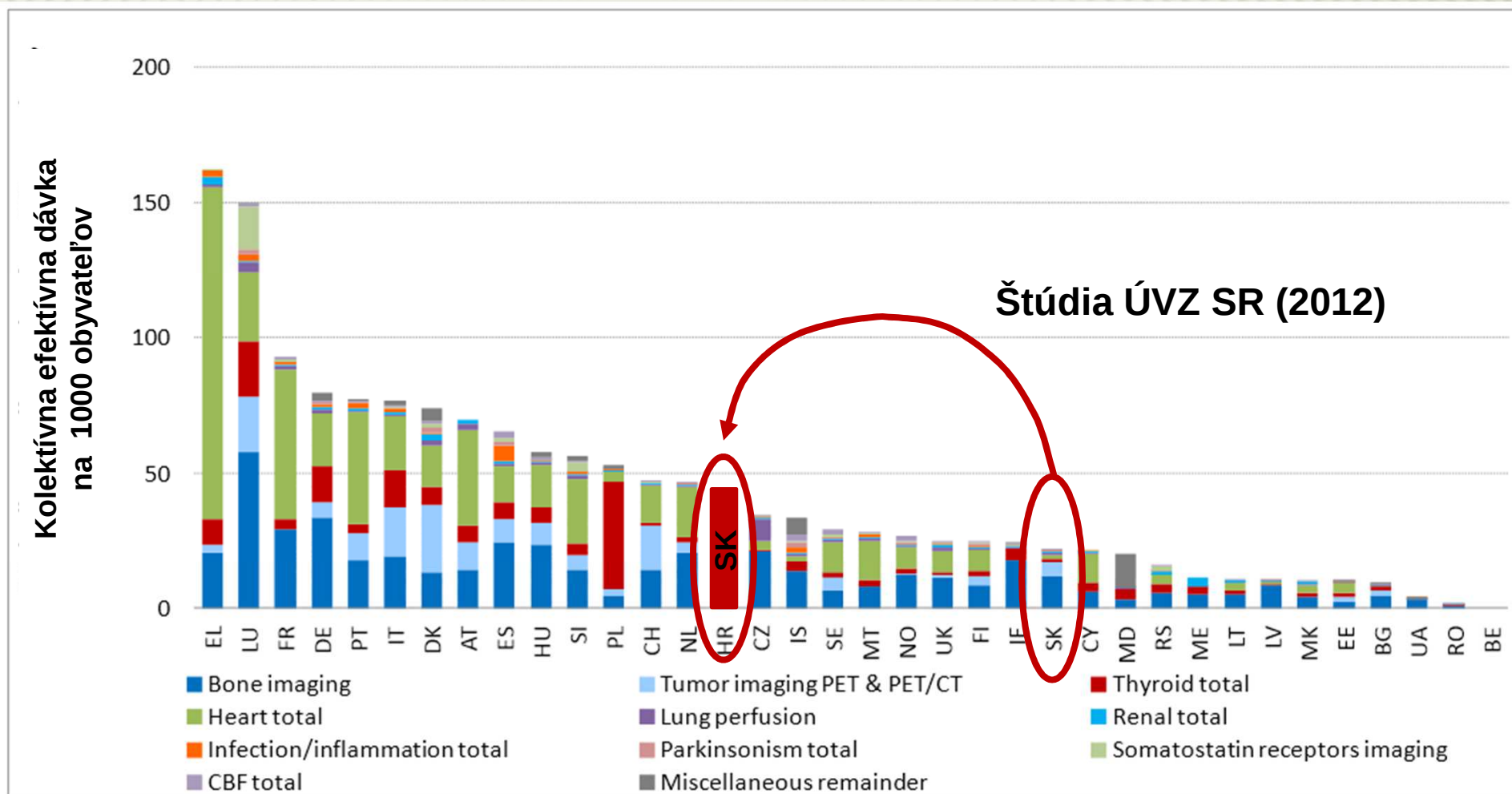
Kolektívna efektívna dávka obyvateľov v krajinách Európskej únie z nukleárnej medicíny

DATAMED 2 - štúdia Európskej komisie



Kolektívna efektívna dávka obyvateľov v krajinách Európskej únie z nukleárnej medicíny

DATAMED 2 - štúdia Európskej komisie a štúdia UVZ SR z r. 2012



Ožiarovanie pacientov v nukleárnej medicíne v SR

Normalizovaný počet vyšetrení v nukleárnej medicíne v SR – **7872 za rok** na 1 mil. obyvateľov **je nižší ako priemer** v Európskej únii – **15 800** (projekt DATAMED 2).

Normalizovaný počet PET/CT vyšetrení – **1032 za rok** na 1 mil. obyvateľov **je výrazne vyšší ako priemer** v EU – **400** (projekt DATAMED 2).

- 2005 1 PET pracovisko (Bratislava)
- 2010 3 PET pracoviská (2 Bratislava)
- 2014 6 PET pracovísk (3 Bratislava)

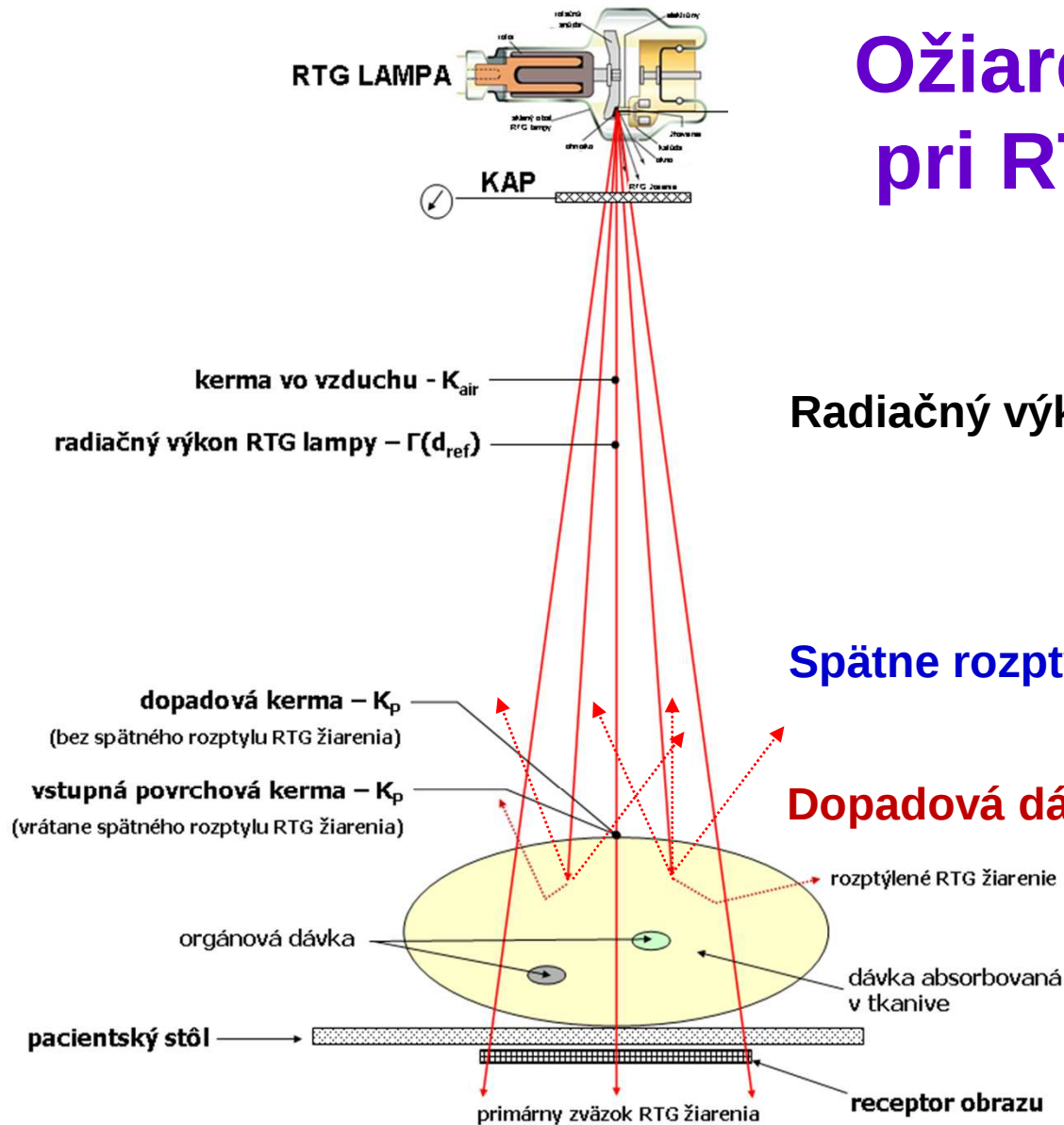
Ročná kolektívna efektívna dávka z NM normalizovaná na 1 mil. obyvateľov – **38,86 man.Sv** **je nižšia ako priemer** v Európskej únii – **60,20 man.Sv**.

Ročná efektívna dávka z NM v SR na 1 obyvateľa – **0,039 mSv** **je nižšia ako priemer** v Európskej únii – **0,060 mSv**.

Príspevok PET/CT vyšetrení v SR k celkovej kolektívnej efektívnej dávke populácie – **34,56 %** **patrí k najvyšším** v Európskej únii (**priemer 8,3 %**).

Sledovanie a hodnotenie veľkosti ožiarenia pacientov v diagnostickej rádiológii

Ožiarovanie pacienta pri RTG vyšetrení



Radiačný výkon RTG lampy – 100 %

Spätne rozptýlené RTG žiarenie – 30 - 35 %

Dopadová dávka – 100 %

RTG žiarenie absorbované v pacientovi – 63 - 69 %

RTG žiarenie použité na vytvorenie obrazu – 1 - 2 %

Klasická diagnostická rádiológia:

Snímkovanie – skiagrafia:



Klasická diagnostická rádiológia:

Stredné hodnoty efektívnych dávok pre štandardného pacienta

Snímkovanie – skiagrafia:

Typ vyšetrenia	Efektívna dávka (mSv)	Ekvivalent prírodného žiarenia	Riziko vzniku nádorových ochorení (na milión vyšetrení)		Jedno nádorové ochorenie na počet vyšetrení
			Spolu	Letálne	
Plúca PA	0,02	3 dni	3	1	291 500
Končatiny	0,05	8 dní	9	3	116 600
Hrudná chrbtica AP	1,00	151 dní	172	57	5 800
Bedrová chrbtica	0,80	120 dní	137	45	22 100
Panva	0,70	106 dní	120	40	8 300
Brucho	0,85	128 dní	146	48	6 800
Hlava	0,08	12 dní	14	5	72 800
Panva a brucho	1,20	181 dní	206	68	4 800

Klasická diagnostická rádiológia:

Presvecovanie – skiaskopia:



Klasická diagnostická rádiológia:

Typické stredné hodnoty efektívnych dávok pre štandardného pacienta

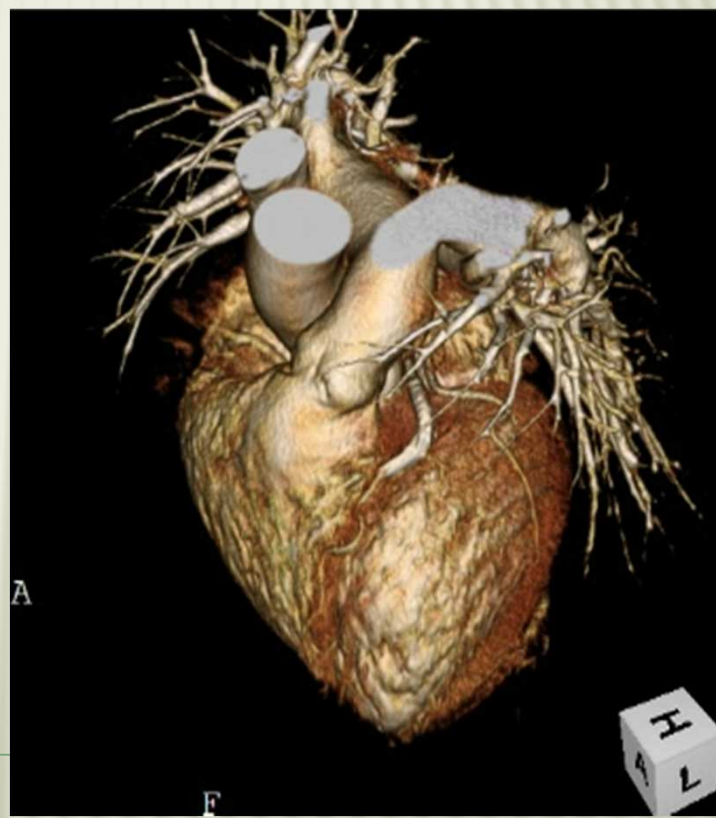
Presvecovanie – skiaskopia:

Typ vyšetrenia	Efektívna dávka (mSv)	Ekvivalent prírodného žiarenia	Riziko vzniku nádorových ochorení (na milión vyšetrení)		Jedno nádorové ochorenie na počet vyšetrení
			Spolu	Letálne	
Horná časť GIT	3,40	1,40 roka	583	192	1 700
Dolná časť GIT	7,40	3,06 roka	1269	418	790
Urogenitálny trakt	2,60	1,07 roka	446	147	2 250
Cholecystografia	2,00	302 dní	343	113	2 900
Angiografia	9,30	3,84 roka	1595	525	627

Počítačová tomografia



Klasická počítačová tomografia



Multislice počítačová tomografia

Počítačová tomografia

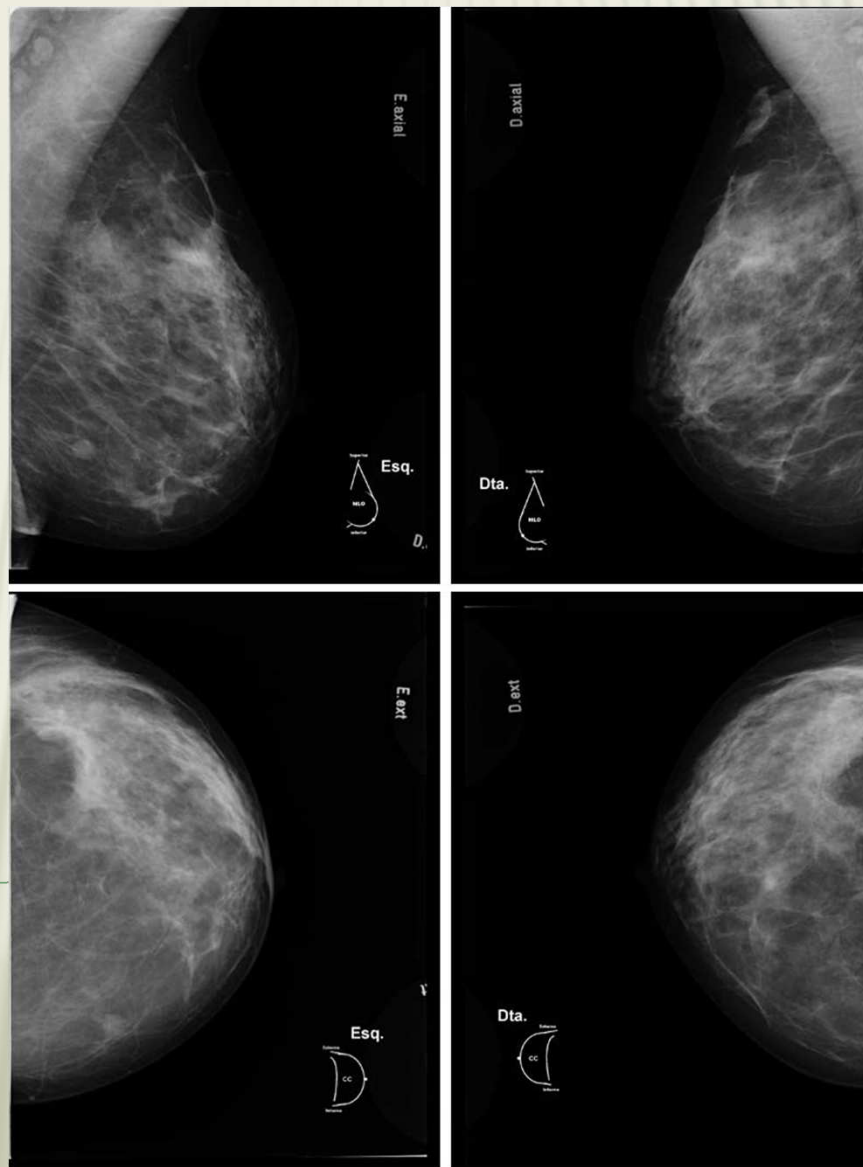
Stredné hodnoty efektívnych dávok pre štandardného pacienta

Typ vyšetrenia	Efektívna dávka (mSv)	Ekvivalent prírodného žiarenia	Riziko vzniku nádorových ochorení (na milión vyšetrení)		Jedno nádorové ochorenie na počet vyšetrení
			Spolu	Letálne	
Hlava	2	302 dní	343	113	2 915
Krčná chrbtica	3	1,24 roka	515	170	1 944
Hrudník	7	2,89 roka	1201	396	833
CT angiografia srdca	20	8,26 roka	3430	1130	292
Brucho	8	3,31 roka	1372	452	729
Panva	6	2,48 roka	1029	339	972
Brucho a panva	10	4,13 roka	1715	565	583
Celotelový sken	10	4,13 roka	1715	565	583

Mamografia

Klasická mamografia:

* Mamografia = 4 snímky



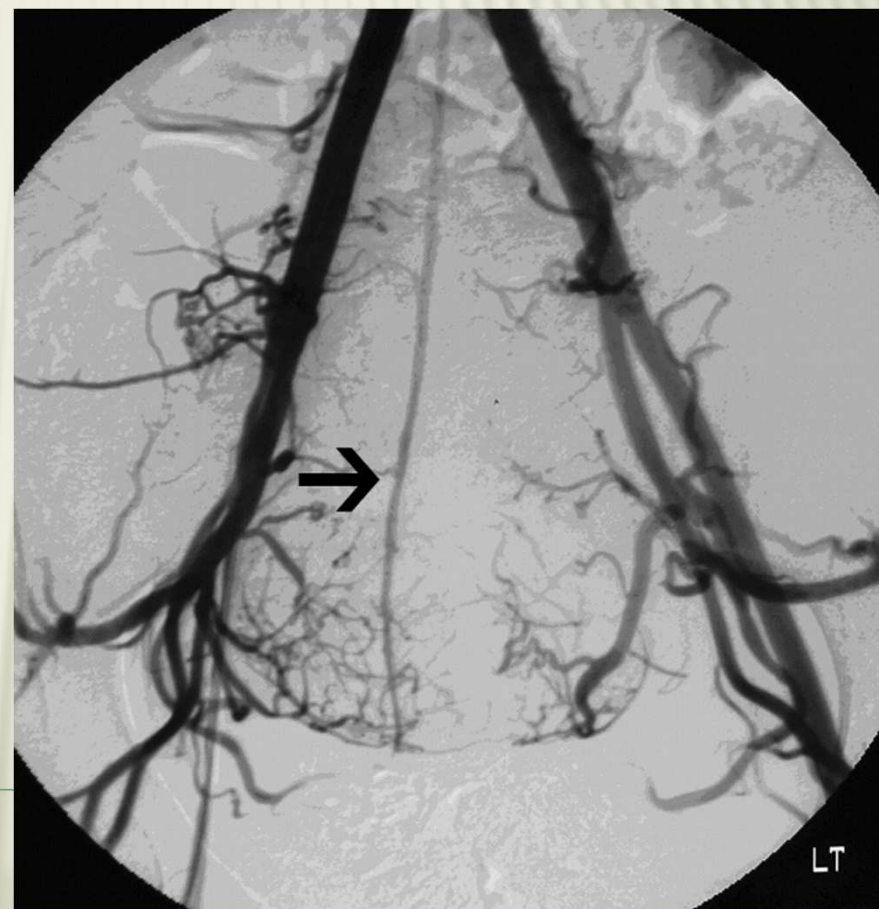
Mamografia

Stredné hodnoty efektívnych dávok pre štandardnú pacientku

Klasická mamografia:

Typ vyšetrenia	Dávka v mliečnej žľaze (mSv)	Ekvivalent prírodného žiarenia	Riziko vzniku letálnych nádorových ochorení prsníkov (na milión vyšetrení)	Jedno nádorové ochorenie na počet vyšetrení
Mamografia klasická	6	2,48 roka	67	44 600
Mamografia digitálna	2	300 dní	22	14 800

Intervenčná rádiológia



Intervenčné rádiologické postupy:

Stredné hodnoty efektívnych dávok pre štandardného pacienta

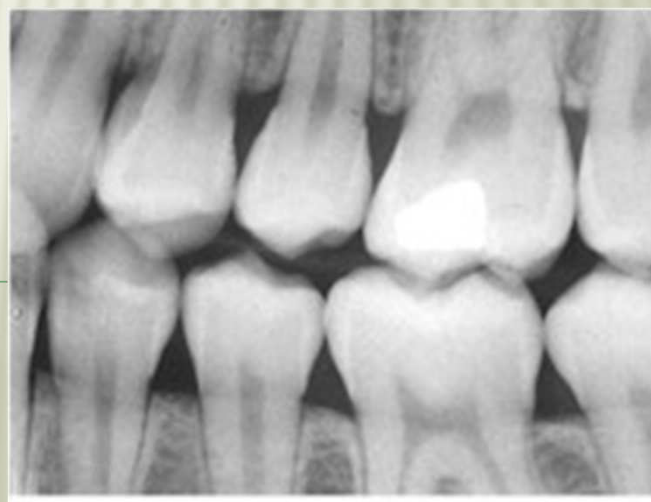
Typ vyšetrenia	Efektívna dávka (mSv)	Ekvivalent prírodného žiarenia	Riziko vzniku nádorových ochorení (na milión vyšetrení)		Jedno nádorové ochorenie na počet vyšetrení
			Spolu	Letálne	
CA	7,9	3,26 roka	1355	446	738
PTCA	15,1	6,24 roka	2590	853	386
DSA abdominálnej aorty	12	4,96 roka	2058	678	486
Rádiofrekvenčná ablácia (RFA)	15	6,20 roka	2590	850	390
Embolizácia abdominálnej aorty	60	24,8 roka	10 290	3390	97
TIPS	70	28,9 roka	12 005	3955	83

Je možné akútne poškodenie zdravia ionizujúcim žiarením !

Stomatologická rádiagnostika

Klasická stomatológia:

Typ vyšetrenia	Efektívna dávka (mSv)	Ekvivalent prírodného žiarenia	Riziko vzniku nádorových ochorení (na milión vyšetrení)		Jedno nádorové ochorenie na počet vyšetrení
			Spolu	Letálne	
Intraorálna zubná snímka (RVG)	0,0015	6 hodín	0,30	0,10	3 800 000



Stomatologická rádiagnostika

Panoramatické snímky:

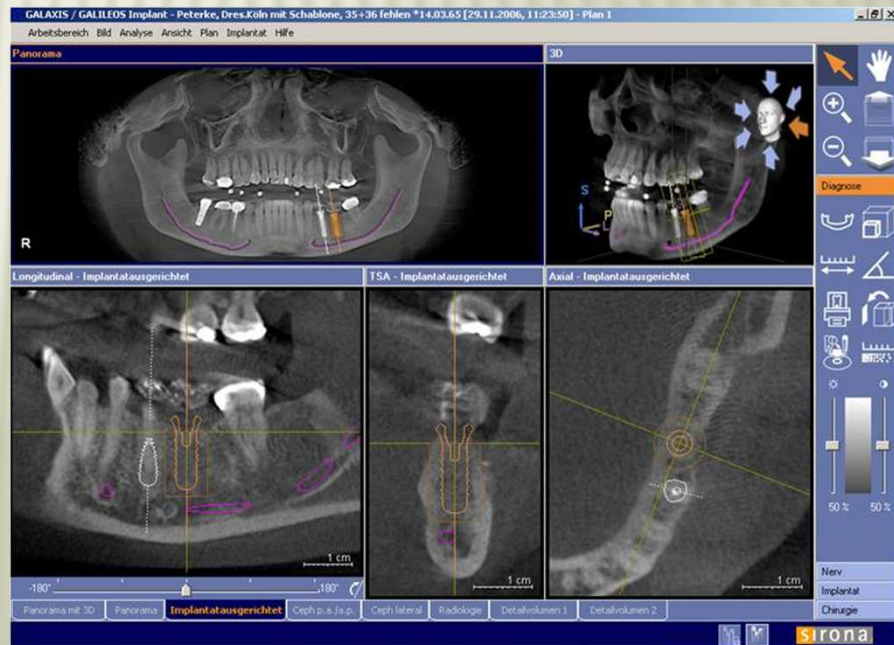
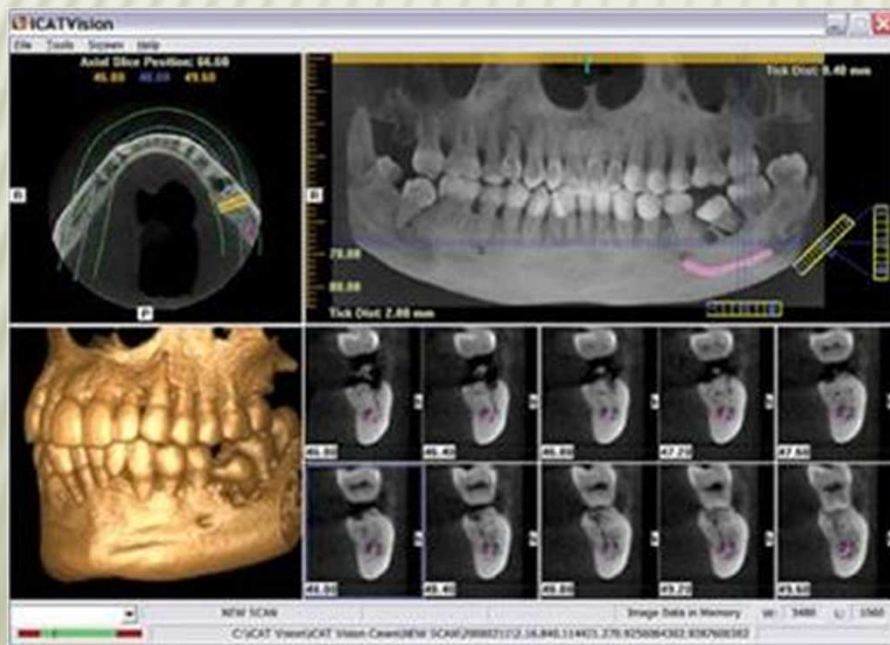
Typ vyšetrenia	Efektívna dávka (mSv)	Ekvivalent prírodného žiarenia	Riziko vzniku nádorových ochorení (na milión vyšetrení)		Jedno nádorové ochorenie na počet vyšetrení
			Spolu	Letálne	
Panoramatická zubná snímka (OPG)	0,03	5 dní	5,10	1,70	194 300



Stomatologická rádiodiagnostika

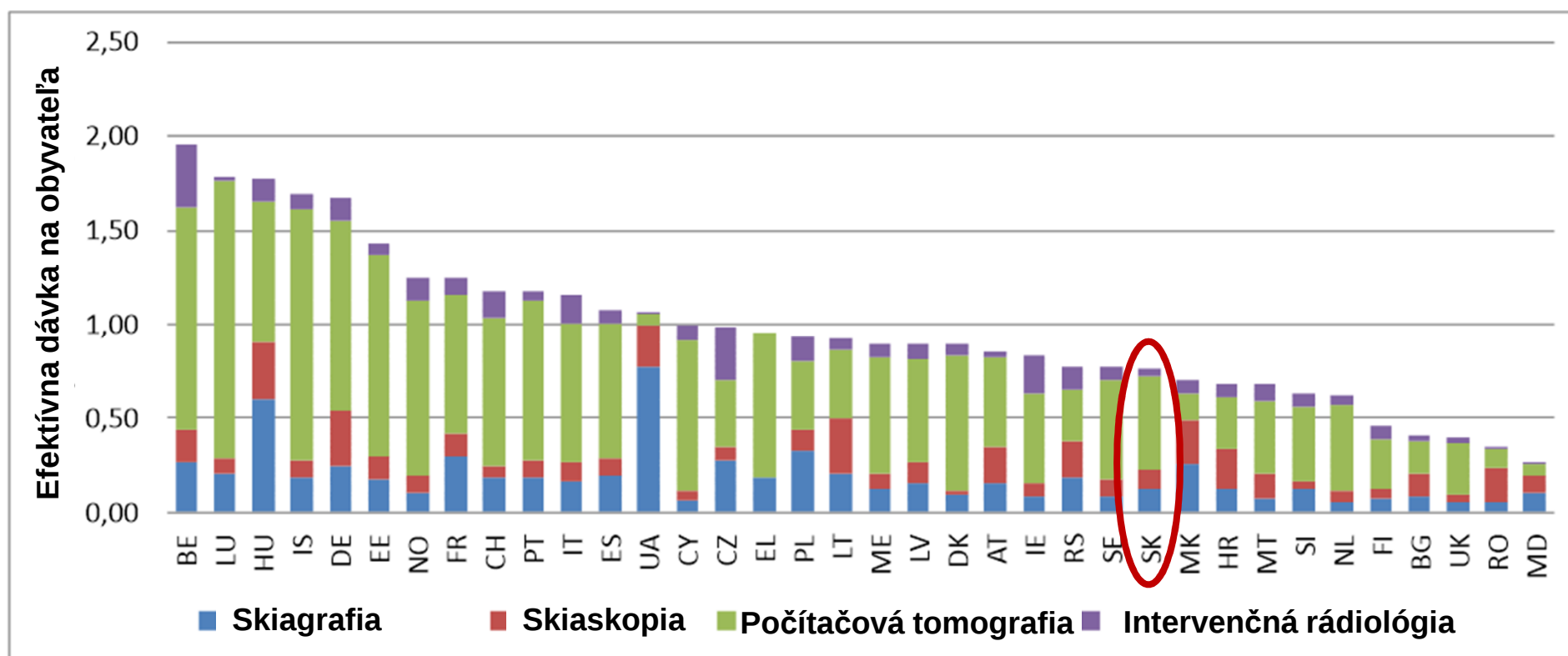
CT vyšetrenia a digitálne 3D zobrazenie :

Typ vyšetrenia	Efektívna dávka (mSv)	Ekvivalent prírodného žiarenia	Riziko vzniku nádorových ochorení (na milión vyšetrení)		Jedno nádorové ochorenie na počet vyšetrení
			Spolu	Letálne	
CT mandibula	0,360	54 dní	61,7	20,3	16 200
CT maxilla	0,100	15 dní	17,2	5,7	58 300



Priemerná efektívna dávka na jedného obyvateľa v krajinách Európskej únie z rádiagnostiky

DATAMED 2 - štúdia Európskej komisie

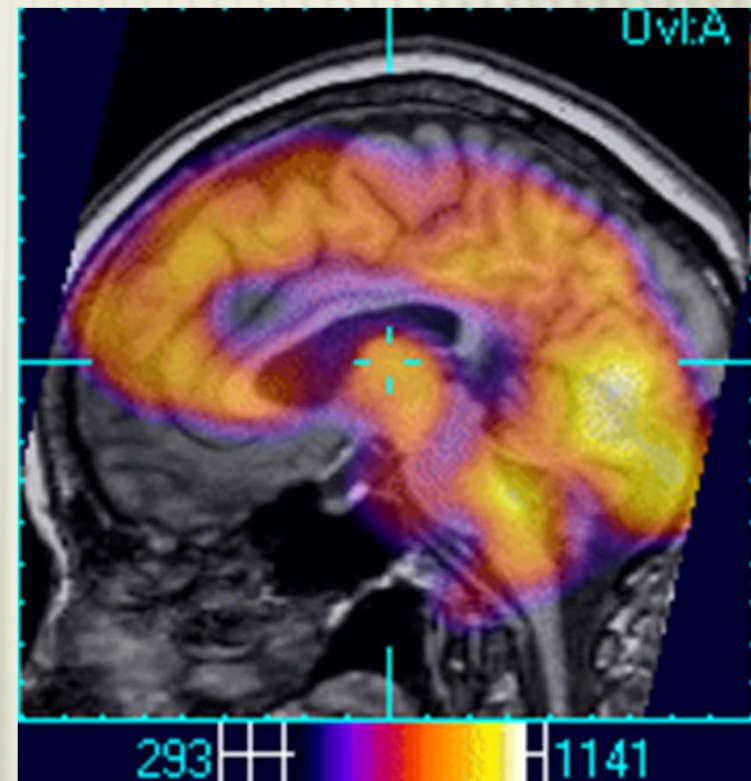
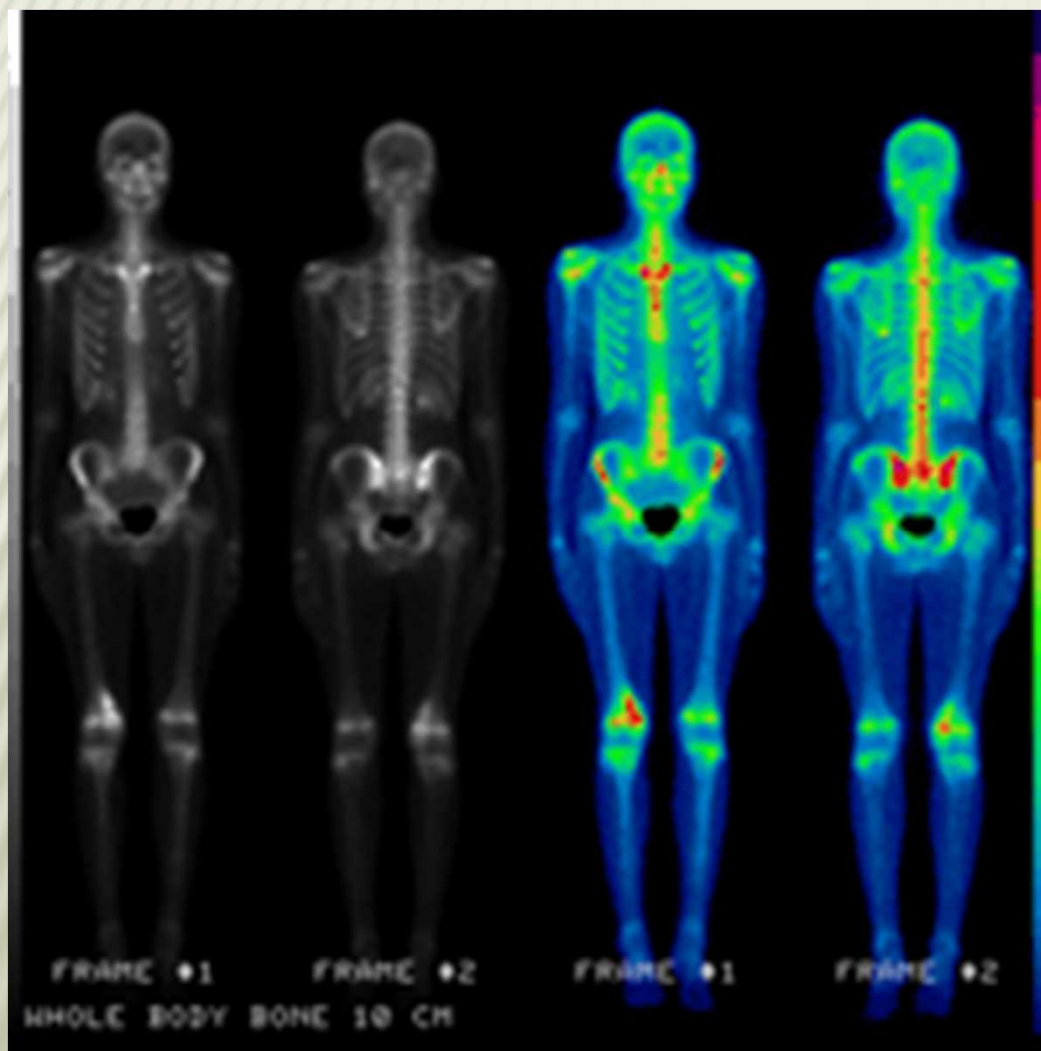


Porovnanie veľkosti ožiarenia z rôznych RTG vyšetrení

Röntgenové vyšetrenie	Násobok efektívnej dávky
Pľúca PA	1,00
Intraorálna snímka zubov	0,10
Panoramatická snímka zubov	0,70
Hrudná chrbtica AP	45
Bedrová chrbtica	38
Panva	35
Brucho	40
Horná časť GIT - skiaskopia	175
Dolná časť GIT - skiaskopia	380
CT Hlava	100
CT Krčná chrbtica	150
CT Hrudník	350
CT Brucho	380
CT Panva	300
DSA - Angiografia	350
CA - koronárna angiografia	380
PTCA - koronárna angioplastika	750
RFA - rádiofrekvenčná ablácia	750

Nukleárna medicína

Stredné hodnoty efektívnych dávok pre štandardného pacienta



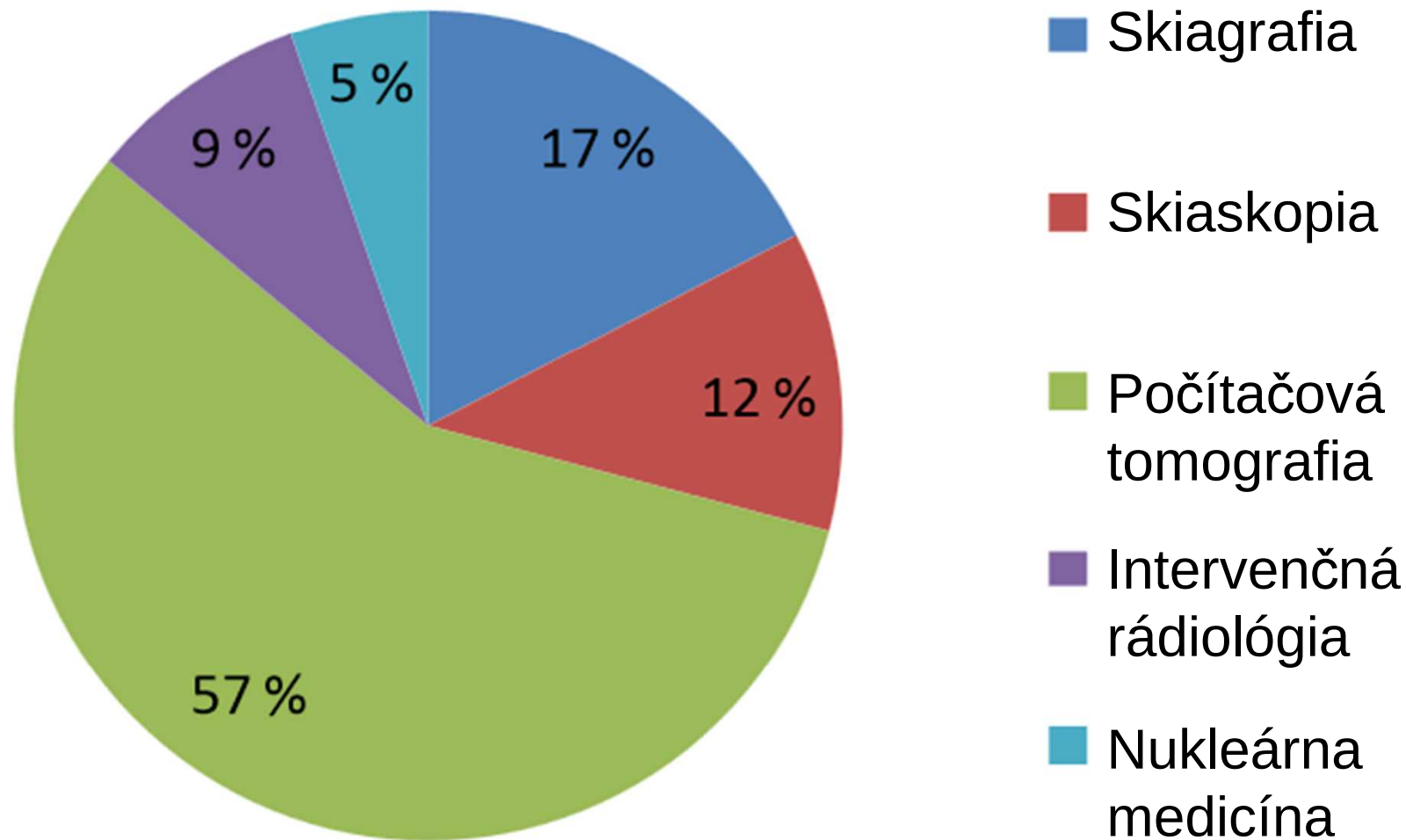
Porovnanie veľkosti ožiarenia pacientov v nukleárnej medicíne s RTG vyšetrením pľúc

VYŠETRENIE	Efektívna dávka	Násobok dávky
RTG snímka hrudníka	0,100	1,00
Dynamická scintigrafia obličiek	1,125	11,25
Scintigrafia slinných žliaz	1,309	13,09
Rádionuklidová lymfografia	1,399	13,99
Selektívna scintigrafia sleziny	1,407	14,07
Statická scintigrafia obličiek	1,493	14,93
Perfúzna scintigrafia pľúc	1,513	15,13
Lokalizácia sentinelovej uzliny	1,751	17,51
Scintigrafia nadobličiek	1,914	19,14
Rádionuklidová angiografia	1,935	19,35
Scintigrafia štítnej žľazy	2,195	21,95
Statická scintigrafia pečene	2,196	21,96
Cholescintigrafia	2,546	25,46
Záťažová scintigrafia srdca	2,608	26,08
Perfúzna scintigrafia kĺbov	2,625	26,25
Celotelová scintigrafia nádorov I-123	3,340	33,40
Scintigrafia mozgu - I-123 joflupan	4,167	41,67
Scintigrafia skeletu	4,206	42,06
Scintigrafia prištítnych teliesok Tc-99m	4,302	43,02

Porovnanie veľkosti ožiarenia pacientov v nukleárnej medicíne s RTG vyšetrením pľúc

VYŠETRENIE	Efekt. dávka	Násobok dávky
RTG snímka hrudníka	0,100	1,00
Diagnostika hemangiómu pečene	4,751	47,51
Lokalizácia krvácania do GIT	4,860	48,60
Perfúzna scintigrafia pľúc SPECT s CT	5,100	51,00
Zobrazenie zápalových ložísk Tc-99m	5,119	51,19
Kľudová scintigrafia srdca - Tc-99m	5,894	58,94
Kľudová scintigrafia srdca SPECT s CT	6,029	60,29
Celotelová scintigrafia nádorov Tc-99m	6,300	63,00
Scintigrafia mozgu - Tc-99m HMPAO	6,640	66,40
Celotelová scintigrafia nádorov In-111	7,590	75,90
PET vyšetrenie (bez CT) s F-18	7,859	78,59
Zobrazenie zápalových ložísk In-111	10,615	106,15
Scintigrafia prištítnych teliesok Tl-201	12,800	128,00
Celotelová scintigrafia nádorov SPECT s I-123	13,100	131,00
PET/CT vyšetrenie s F-18	14,711	147,11
Celotelová scintigrafia nádorov SPECT s In-111	19,944	199,44
Zobrazenie zápalových ložísk Ga-67	20,500	205,00
Kľudová scintigrafia srdca - Tl-201	28,653	286,53
Akumulačný test štítnej žľazy s I-131	65,400	654,00

Relatívny príspevok jednotlivých typov vyšetrení k celkovej kolektívnej dávke obyvateľov EÚ



Ožiarenie pri lete dopravným lietadlom



Let	Efektívna dávka	RTG vyšetrenia
Viedeň – New York	45,7 μSv	30 intraoral. snímok zubov 2 snímky hrudníka
Viedeň – Chicago	60,6 μSv	40 intraoral. snímok zubov 3 snímky hrudníka
Viedeň – Singapur - Melbourne	42,0 μSv	28 intraoral. snímok zubov 2 snímky hrudníka
Viedeň – Tokio	71,0 μSv	47 intraoral. snímok zubov 4 snímky hrudníka

OŽIARENIE ZDRAVOTNÍCKYCH PRACOVNÍKOV

zdrojmi ionizujúceho žiarenia
v Slovenskej republike

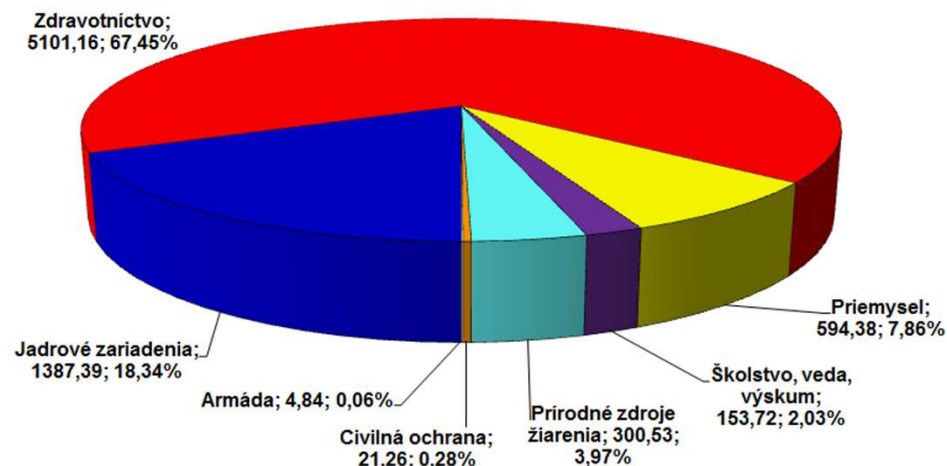


Kolektívne efektívne dávky pracovníkov so zdrojmi žiarenia v Slovenskej republike (2001 – 2013)

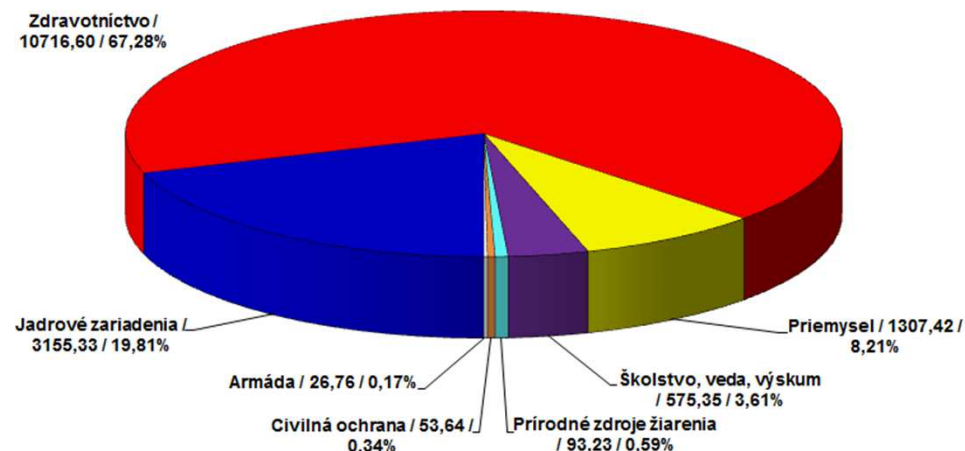
Počet monitorovaných pracovníkov so zdrojmi žiarenia v Slovenskej republike (2001 až 2013)

Oblasť využívania zdrojov žiarenia	Počet monitorovaných pracovníkov
Jadrové zariadenia	5 630 až 7 120
Zdravotníctvo	4 650 až 6 650
Priemysel	640 až 850
Školstvo, veda, výskum	280 až 440
Prírodné zdroje	31 až 165
SPOLU	12 250 až 13 660

Kolektívna efektívna dávka pracovníkov v Slovenskej republike - 2013 (man.mSv)

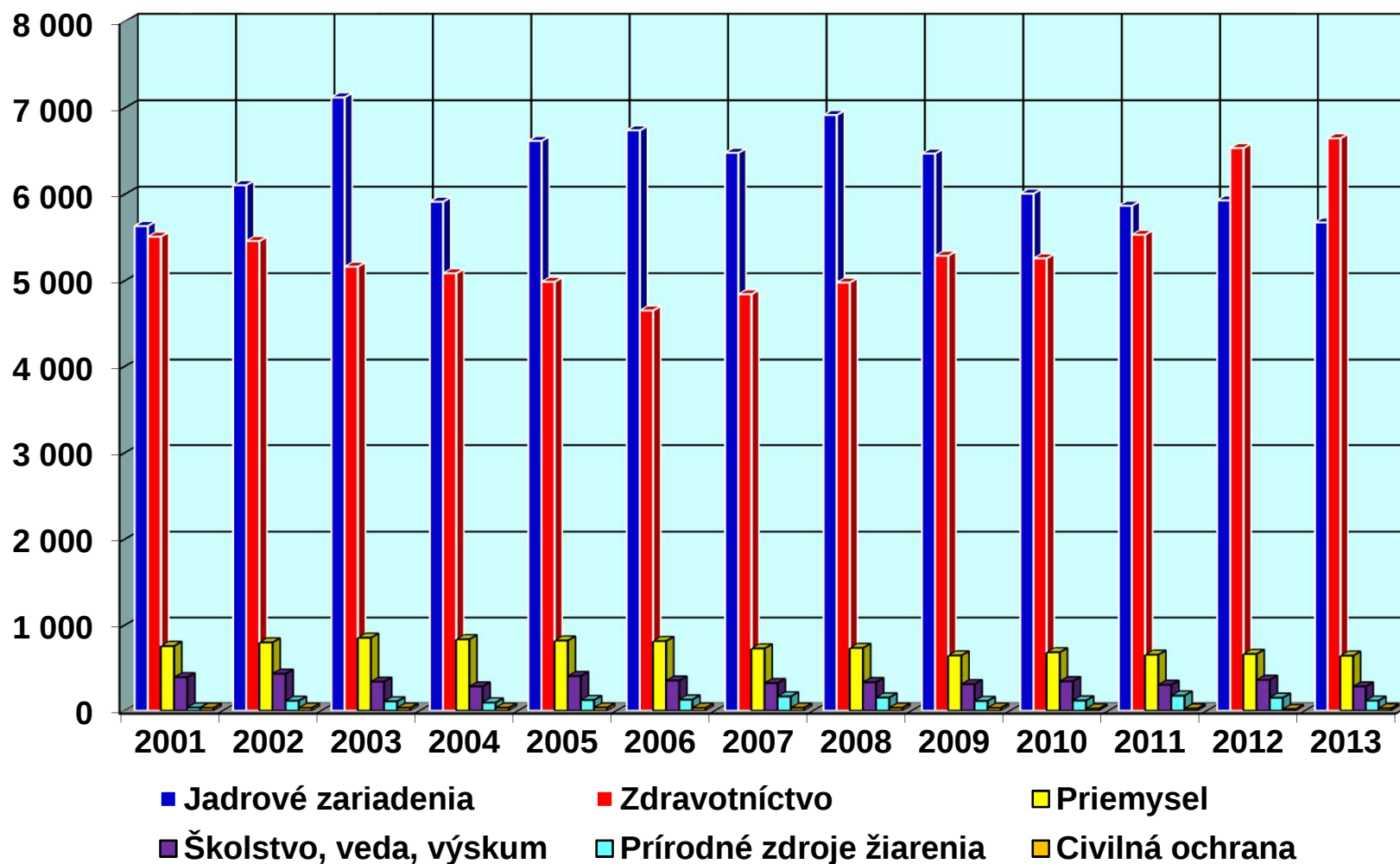


2001



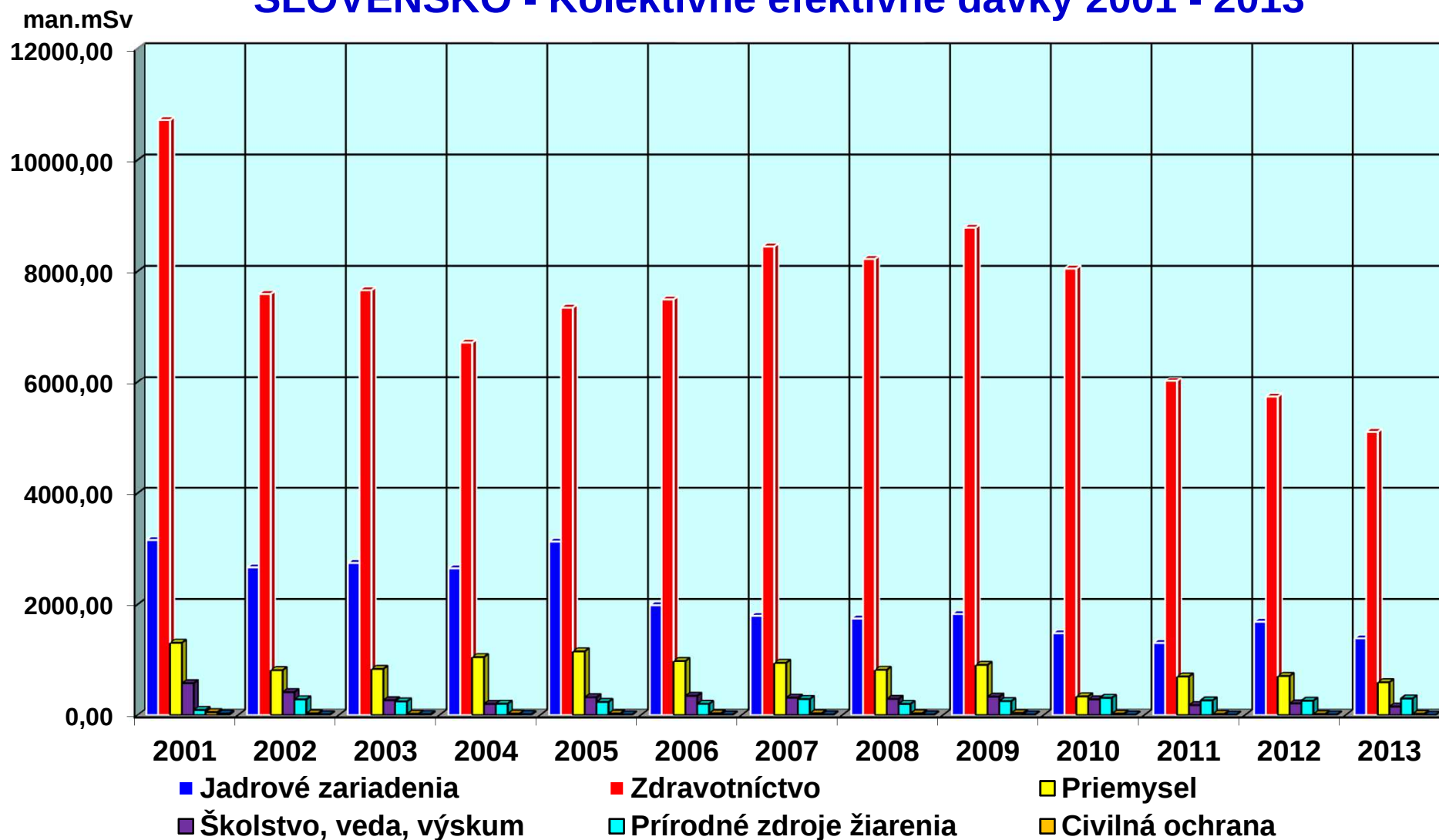
Počet monitorovaných pracovníkov so zdrojmi žiarenia v Slovenskej republike

SLOVENSKO - Celkový počet monitorovaných pracovníkov



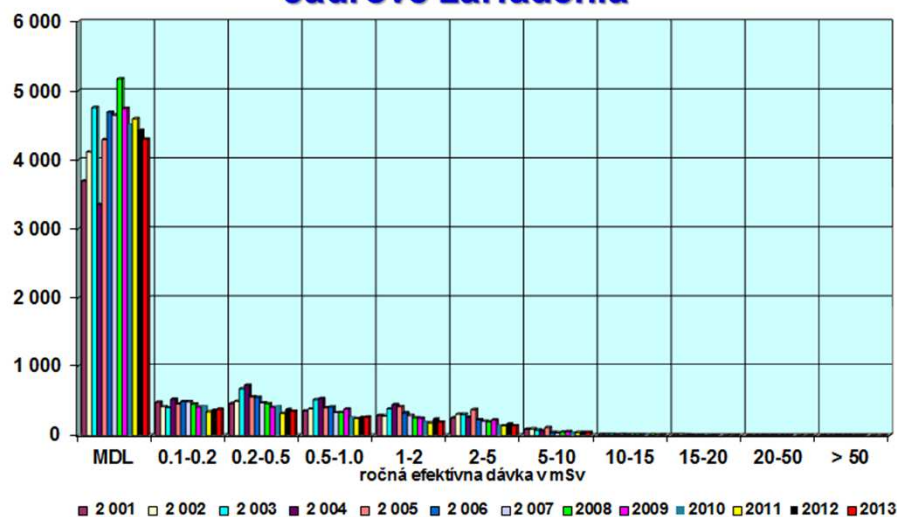
Kolektívne efektívne dávky monitorovaných pracovníkov so zdrojmi žiarenia v Slovenskej republike

SLOVENSKO - Kolektívne efektívne dávky 2001 - 2013

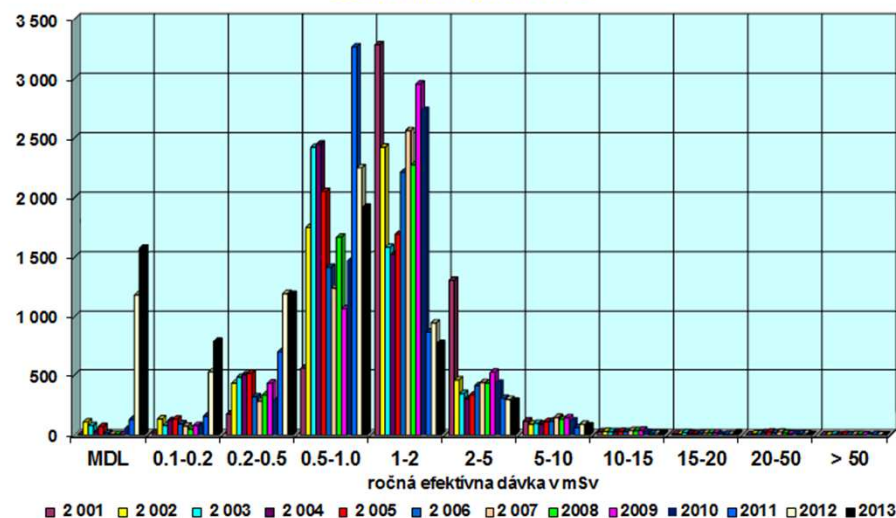


Distribúcia efektívnych dávok pracovníkov so zdrojmi žiarenia v Slovenskej republike – 2001 - 2013

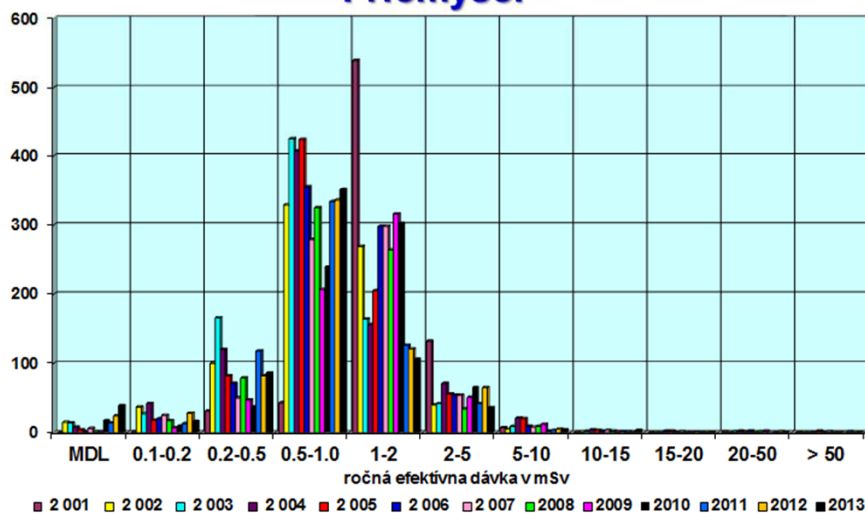
Jadrové zariadenia



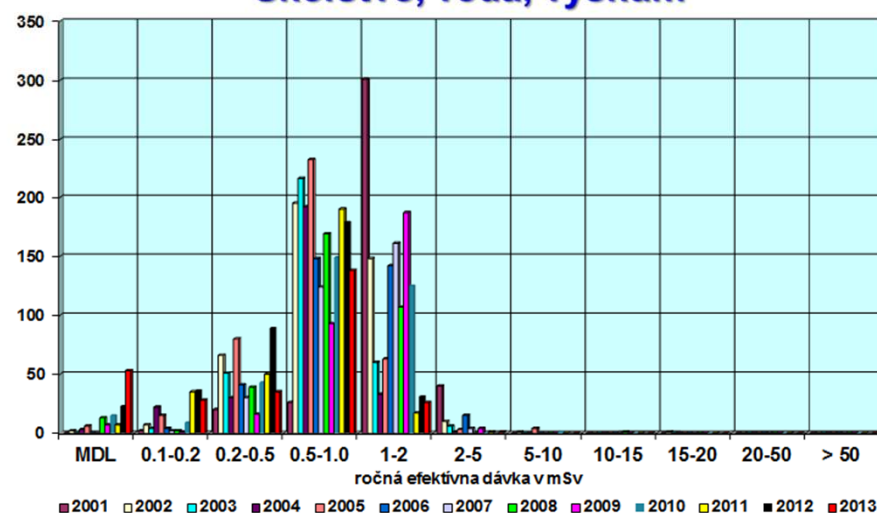
Zdravotníctvo



Priemysel

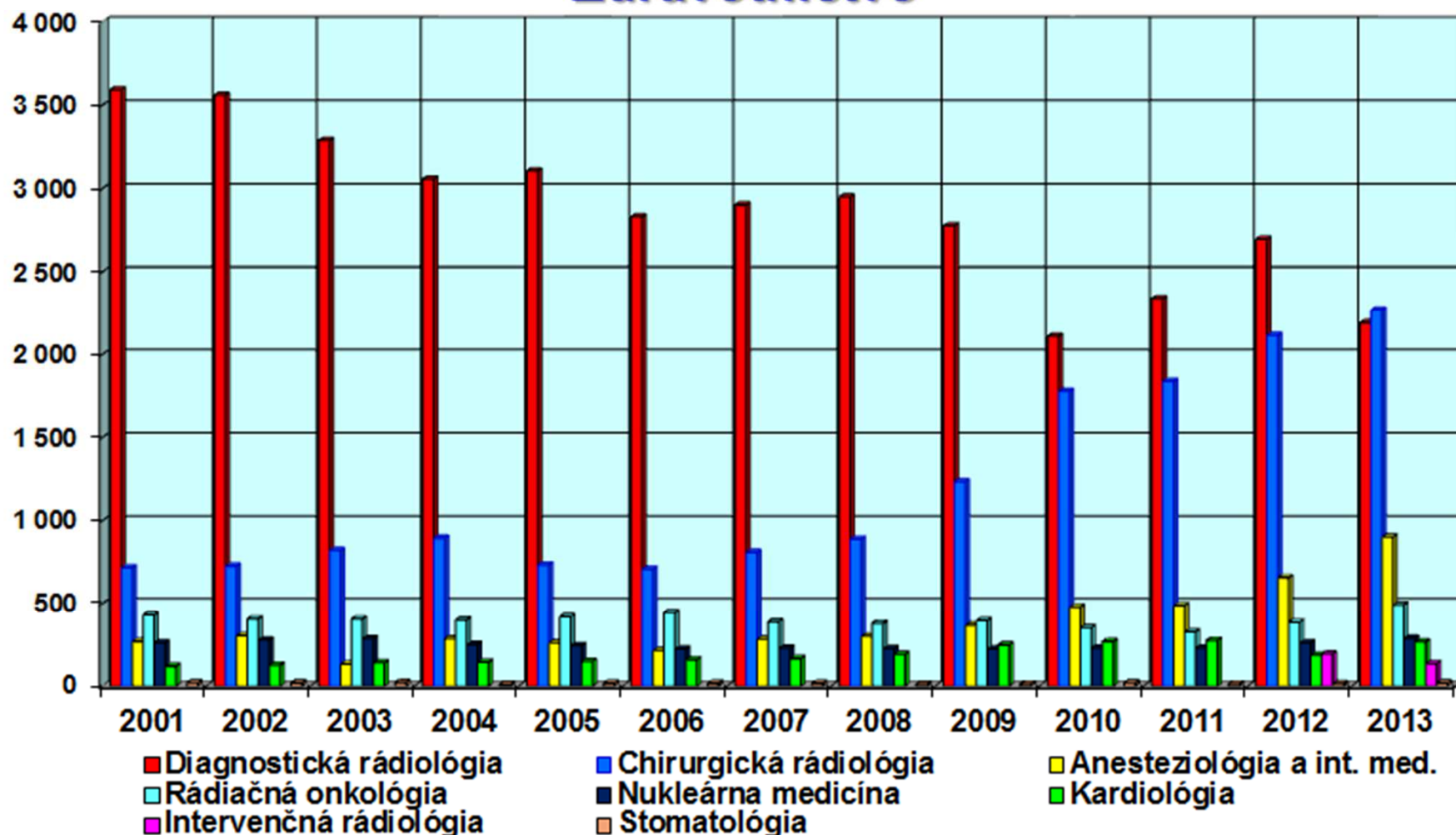


Školstvo, veda, výskum



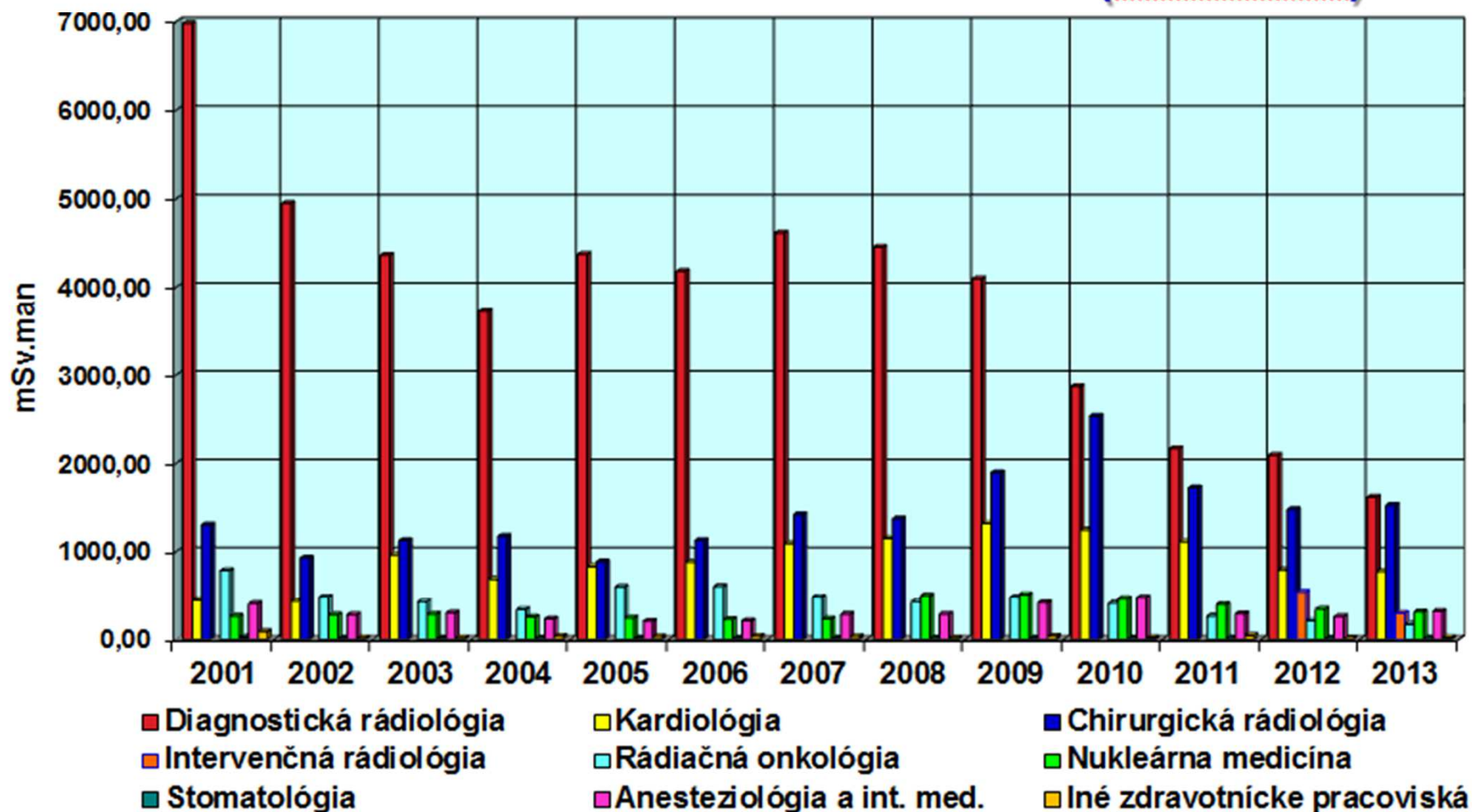
Počet monitorovaných pracovníkov v zdravotníctve v Slovenskej republike – 2001 - 2013

Zdravotníctvo



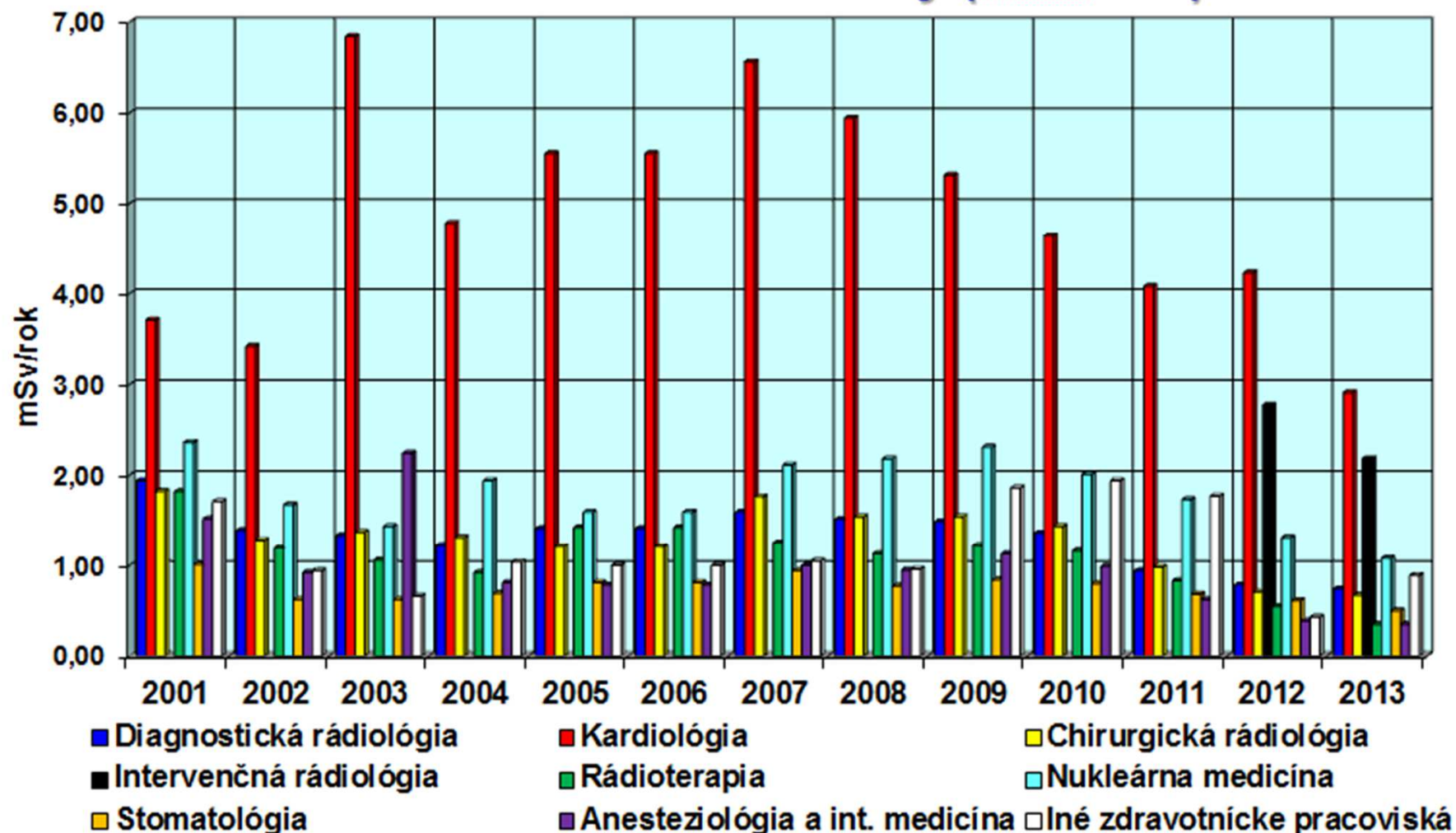
Kolektívne efektívne dávky pracovníkov v zdravotníctve v Slovenskej republike – 2001 - 2013

Ročná kolektívna efektívna dávka (man.mSv)



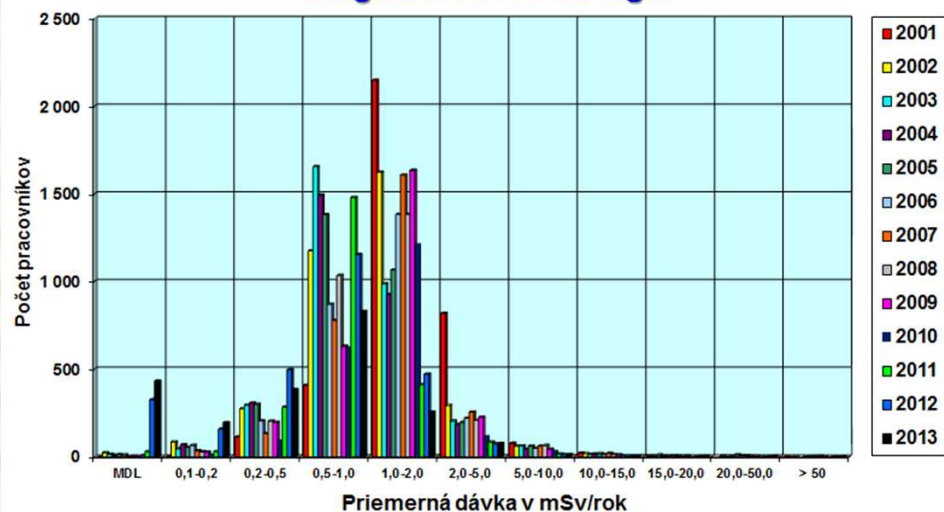
Priemerné efektívne dávky pracovníkov v zdravotníctve v Slovenskej republike – 2001 - 2013

Priemerné efektívne dávky (mSv/rok)

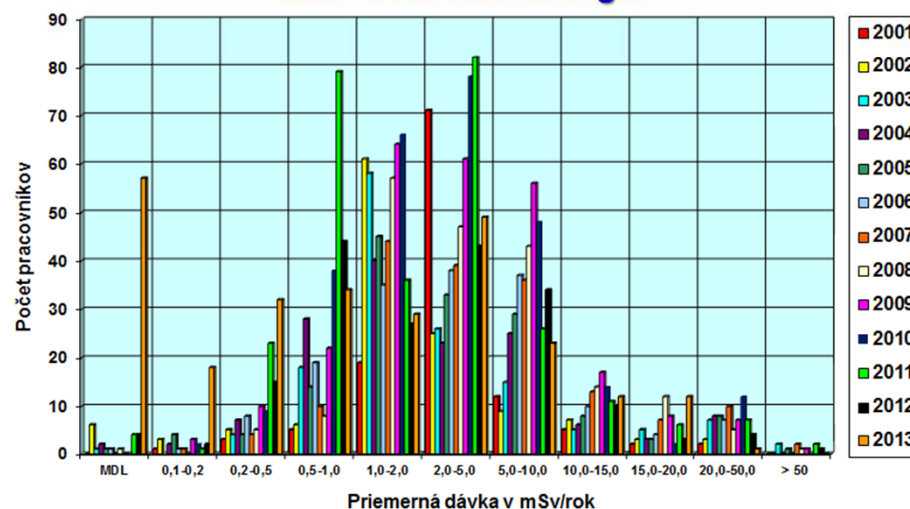


Distribúcia efektívnych dávok pracovníkov v zdravotníctve v Slovenskej republike – 2001 - 2013

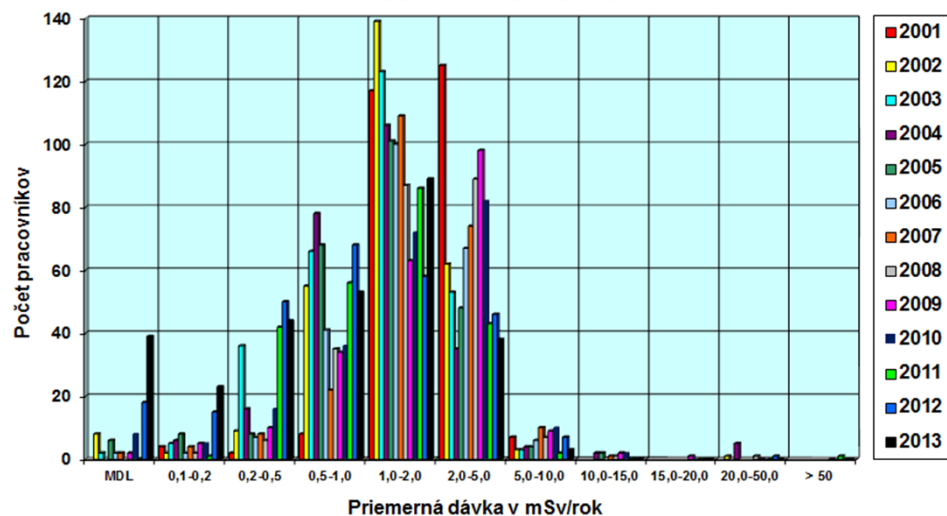
Diagnostická rádiológia



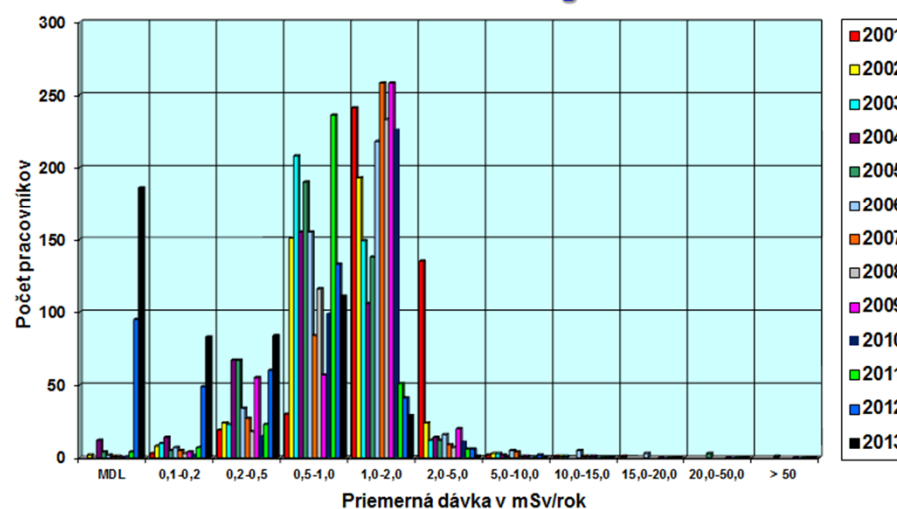
Intervenčná kardiológia



Nukleárna medicína



Radiačná onkológia



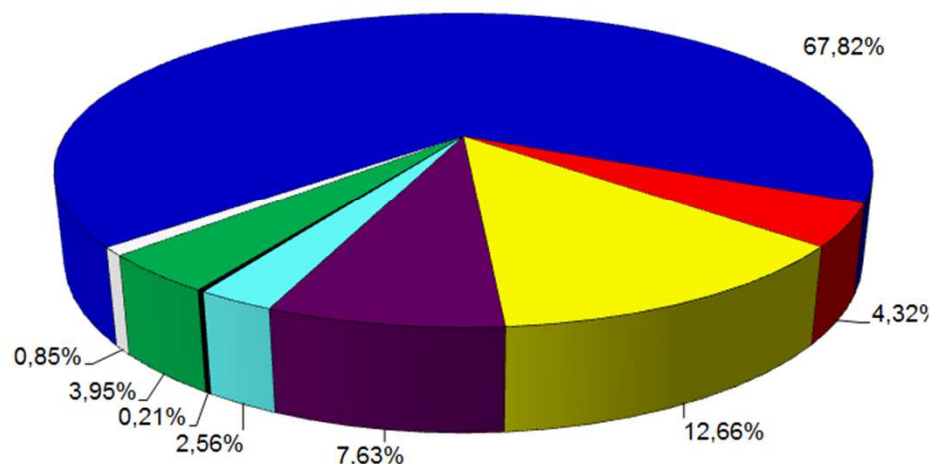
Kolektívne efektívne dávky pracovníkov v zdravotníctve v Slovenskej republike – 2001 – 2013 (v %)

ROK	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Diagnostická rádiológia	65,5	65,3	57,2	55,6	59,7	55,8	54,7	54,3	46,7	35,8	36,1	36,5	32,0
Kardiológia	4,2	5,8	12,7	10,3	11,4	11,8	12,9	14,0	15,1	15,5	18,5	13,8	15,4
Chirurgická rádiológia	12,2	12,3	14,8	17,6	12,1	15,1	16,9	16,7	21,6	31,6	28,7	25,8	30,3
Rádioterapia	7,4	6,4	5,7	5,1	8,2	8,1	5,7	5,3	5,5	5,1	4,4	3,7	3,4
Nukleárna medicína	5,8	6,2	5,4	7,3	5,3	5,6	5,7	6,1	5,8	5,8	6,6	6,0	6,2
Stomatológia	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
OAIM	3,8	3,7	3,9	3,5	2,8	2,8	3,4	3,5	4,8	5,9	4,8	4,5	6,3
Iné pracoviská	0,8	0,2	0,2	0,6	0,4	0,5	0,4	0,2	0,4	0,2	0,7	0,1	0,4

Distribúcia kolektívnych dávok zdravotníckych pracovníkov v Slovenskej republike (v %)

2001

Kolektívna efektívna dávka zdravotníckych pracovníkov v Slovenskej republike - 2001 (man.mSv/rok)



■ Diagnostická rádiológia

■ Rádičná onkológia

■ Anesteziológia a int. med.

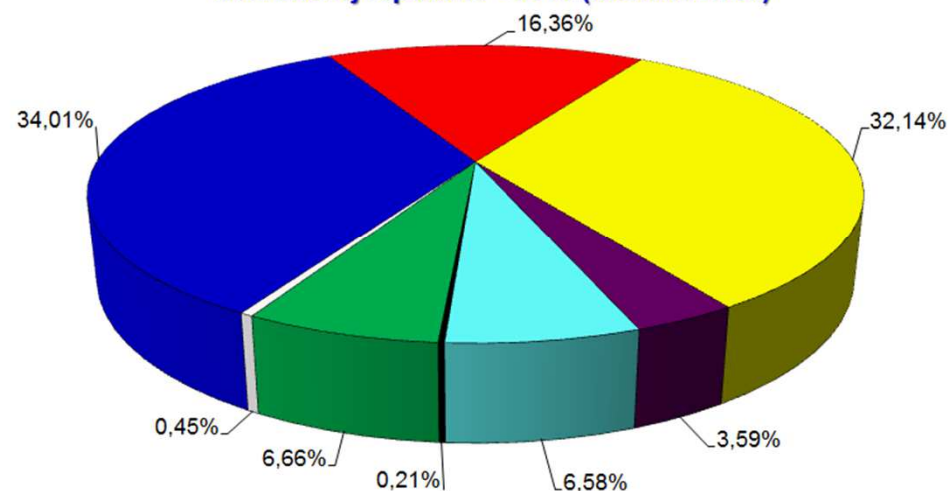
■ Kardiológia

■ Nukleárna medicína

□ Iné zdravotnícke pracoviská

2013

Kolektívna efektívna dávka zdravotníckych pracovníkov v Slovenskej republike - 2013 (man.mSv/rok)



■ Chirurgická rádiológia

■ Stomatológia

Radiačná zát'až pracovníkov v zdravotníctve:

- **Radiačná zát'až pracovníkov v zdravotníctve** sa od roku 2001 **výrazne znížila** (o 52 %) najmä **v oblasti diagnostickej rádiológie**:
 - celkové zníženie počtu monitorovaných pracovníkov,
 - digitalizácia röntgenovej prístrojovej techniky.
- **Zvýšenie** kolektívnych dávok **v oblasti chirurgickej rádiológie**:
 - celkové zvýšenie počtu monitorovaných pracovníkov,
 - rozšírenie RTG prístrojov do ďalších oblastí medicíny,
 - výrazné zvýšenie počtu výkonov.
- **Zvýšenie** kolektívnych dávok **v oblasti nukleárnej medicíny**:
 - rozšírenie prístrojovej techniky pre PET (z 1 na 5 zariadení),
 - výrazné zvýšenie počtu výkonov PET (o 350%).
- **Zvýšenie** kolektívnych dávok **v oblasti intervenčnej kardiológie**:
 - rozšírenie počtu pracovísk intervenčnej kardiológie,
 - celkové zvýšenie počtu monitorovaných pracovníkov,
 - výrazné zvýšenie počtu výkonov (o 750 %).

NOVÉ LEGISLATÍVNE POŽIADAVKY NA LEKÁRSKE OŽIARENIE

smernica Európskej komisie 2013/59/EURATOM
z 5. decembra 2013



Official Journal
of the European Union



English edition

Legislation

ISSN 1977-0677

L 13

Volume 57

17 January 2014

Contents

II Non-legislative acts

DIRECTIVES

★ Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionizing radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/611/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom 1

Price: EUR 4

EN

Acts whose titles are printed in light type are those relating to day-to-day management of agricultural matters, and are generally valid for a limited period.
The titles of all other acts are printed in bold type and preceded by an asterisk.

Smernica Európskej komisie č. 2015/59/EURATOM

- základné princípy ochrany pred žiarením
- limity ožiarovania pracovníkov a obyvateľov
- požiadavky na vzdelávanie a odbornú prípravu v radiačnej ochrane,
- informovanie pracovníkov o rizikách
- povoľovanie a oznamovanie činností
- ožiarovanie populácie na nelekárske účely
- ochrana pred prírodným žiarením a radónom
- radiačná ochrana zamestnancov
- zdravotná starostlivosť o pracovníkov
- kontrolované a sledované pásma
- **lekárske ožiarovanie**
- **sledovanie a hodnotenie veľkosti ožiarovania pacientov**
- monitorovanie ionizujúceho žiarenia
- mimoriadne situácie, nehody a havárie
- ochrana obyvateľov pred radónom
- uvoľňovanie rádioaktívnych látok do ŽP
- nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi

Smernica Európskej komisie č. 2015/59/EURATOM

(z 5.12.2013)

Kapitola VII – Lekárske ožiarenie

Článok 55 – Odôvodnenie lekárskeho ožiarenia

Článok 56 – Optimalizácia lekárskeho ožiarenia

Článok 57 – Klinická zodpovednosť za lekárske ožiarenie

Článok 58 – Rádiologické postupy

Článok 59 – Odborná príprava a vzdelávanie

Článok 60 – Rádiologické zariadenia

Článok 61 – Osobitné požiadavky na ochranu pri lekárskom ožiarení

Článok 62 – Osobitná ochrana počas tehotenstva a dojčenia

Článok 63 – Havarijné a mimoriadne ožiarenie

Článok 64 – Hodnotenie ožiarenia obyvateľov

Smernica Európskej komisie č. 2015/59/EURATOM

(z 5.12.2013)

NOVÉ LEGISLATÍVNE POŽIADAVKY NA LEKÁRSKE OŽIARENIE:

- Členské štáty musia zabezpečiť, aby **indikujúce osoby** mali k dispozícii **referenčné usmernenia pre lekárske ožiarenie** so zreteľom na veľkosť ožiarenia vyšetrovaného pacienta - **štandardný indikačný zoznam** (článok 58).
- Členské štáty musia zabezpečiť, aby sa pre **každý druh štandardného rádiologického postupu** vypracovali písomné **protokoly pre každé rádiologické zariadenie** so zreteľom na príslušné kategórie pacientov - **štandardné rádiologické postupy** (článok 58).
- Členské štáty musia zabezpečiť, aby súčasťou správy o lekárskom rádiologickom vyšetrení boli **informácie o ožiarení pacienta** - **štandardné postupy pre hodnotenie veľkosti ožiarenia pacienta** (článok 58).

Smernica Európskej komisie č. 2015/59/EURATOM

(z 5.12.2013)

- Členské štáty musia zabezpečiť, aby sa **klinické audity** vykonávali v súlade s vnútroštátnymi postupmi - **požiadavky na klinický audit na rádiologických pracoviskách** (článok 58).
- Členské štáty musia zabezpečiť, aby sa vykonalo primerané miestne preskúmanie vždy, keď dochádza ku opakovanému **prekračovaniu diagnostických referenčných úrovní** a aby sa bezodkladne prijali **nápravné opatrenia – definovanie diagnostických referenčných úrovní a požiadaviek na ich kontrolu v klinickej praxi** – vrátane postupu stanovenia miestnych DRF (článok 58).
- Členské štáty musia zabezpečiť, aby sa do lekárskejších rádiologických činností primeraným spôsobom zapájal **expert na lekársku fyziku** (pre rádiodiagnostiku, rádioterapiu a pre nukleárnu medicínu) – **definovanie požiadaviek na experta pre klinickú rádiologickú fyziku** (článok 58).

Smernica Európskej komisie č. 2015/59/EURATOM

(z 5.12.2013)

- Členské štáty musia zabezpečiť **splnenie požiadaviek** na **odbornú prípravu a vzdelávanie zdravotníckeho personálu v radiačnej ochrane** a požiadaviek na **vzdelávanie expertov na lekársku fyziku** (článok 59).
- Členské štáty musia zabezpečiť, aby prevádzkovateľ realizoval vhodné **programy zabezpečovania kvality** s cieľom posudzovania veľkosti dávok pacientov, alebo overovania aktivity podanej pacientom - **štandardné programy zabezpečenia kvality pre RDGN, RT, NM** (článok 60).
- Členské štáty musia zabezpečiť, aby **všetky rádiologické zariadenia**, ktoré sa používajú, **boli pod prísnym dohľadom z hľadiska ochrany pred žiarením**; pred prvým použitím zariadenia na klinické účely sa vykonala **preberacia skúška** a následne sa vykonávali v pravidelných časových intervaloch **skúšky stability rádiologických zariadení** (článok 60).

Smernica Európskej komisie č. 2015/59/EURATOM

(z 5.12.2013)

- Členské štáty musia zabezpečiť, aby boli stanovené **osobitné kritériá akceptovateľnosti** pre rádiologické zariadenia s cieľom určiť, kedy je potrebné náležité nápravné opatrenie, čo zahŕňa aj vyradenie zariadenia z prevádzky – **definovanie požiadaviek na kvalitu používaných rádiologických zariadení pre RDGN, RT a NM** (článok 60).
- Členské štáty musia zabezpečiť aby boli stanovené požiadavky na **predchádzanie mimoriadnym situáciám** a spôsobe **informovanie indikujúceho lekára a pacienta o mimoriadnom, neúmyselnom alebo havarijnom ožiarení** (článok 63).
- Členské štáty musia zabezpečiť **sledovanie a hodnotenie veľkosti individuálnych dávok obyvateľov z lekárskeho ožiarenia** na rádiodiagnostické účely, na účely intervenčnej rádiológie a nukleárnej medicíny a to s ohľadom na distribúciu ožiareného obyvateľstva z hľadiska veku a pohlavia. (článok 64).

INDIKAČNÉ KRITÉRIÁ NA LEKÁRSKE OŽIARENIE

vzor štandardného indikačného zoznamu
pre rádiologické vyšetrenia



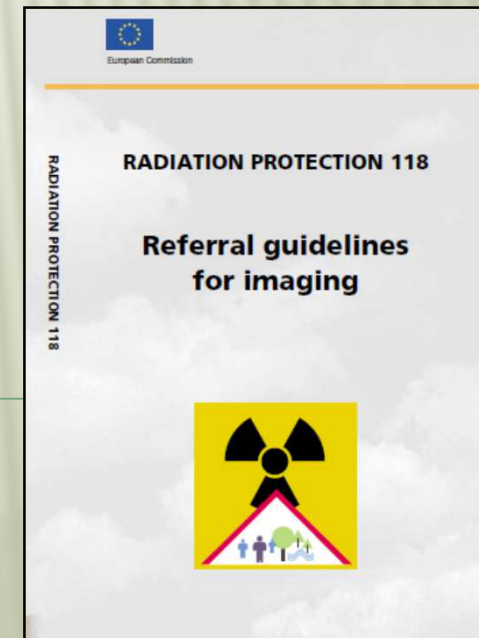
Štandardné indikačné kritériá pre röntgenové vyšetrenia

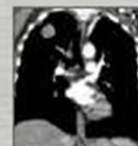
CIEĽ INDIKAČNÝCH KRITÉRIÍ:

1. Indikačné kritériá by mali pomôcť indikujúcim lekárom, aby čo najlepšie využívali služby rádiodiagnostických a nukleárno-medicínskych pracovísk.
2. Ich účelom je zlepšiť klinickú prax, prispieť k efektívnejšiemu využitiu zobrazovacej techniky, pomáhať pri obmedzovaní zbytočných vyšetrení a najmä prispievať k redukcii lekárskeho ožiarenia pacientov.
3. Štandardné indikačné kritériá je potrebné chápať ako postupy odporúčané v štandardných situáciách a nie ako povinné postupy „*lege artis*“.
4. Štandardné indikačné kritériá by mali odrážať aktuálnu úroveň dostupných zobrazovacích metód a klinických postupov a musia sa preto priebežne aktualizovať.

Štandardné indikačné kritériá pre röntgenové vyšetrenia

- **Európska komisia vydala v roku 2000** dokument „**Referral guidelines for imaging, Radiation protection 118**“. Príprava tohto dokumentu si vyžiadala niekoľko rokov, pričom základom pri spracovaní týchto indikačných kritérií boli indikačné kritériá spracované Britskou kráľovskou spoločnosťou rádiológov (UK Royal College of Radiologists) v roku 1998. Dokument prebrali viaceré členské štáty Európskej únie.
- V Českej republike boli vydané štandardné indikačné kritériá Ministerstvom zdravotníctva ČR - „**Indikační kriteria pro zobrazovací metody**“ a boli zverejnené vo Věstníku MZ ČR, čiastka 11/2003. Obdobne boli vydané indikačné kritéria v Nemecku, Rakúsku a v ďalších Európskych krajinách.
- **V Slovenskej republike** neexistujú oficiálne indikačné kritériá pre rádiologické vyšetrenia.





Home

About the guidelines

Adults

Paediatrics

Search adults

GO

My account

Logout

Referral guidelines | Adults | Musculoskeletal | Acute back pain with potentially serious (red flag) features

Related Guidelines

Breast

Cancer

Chest & cardiovascular system

ENT/head & neck

Gastrointestinal system

Interventional radiology

Musculoskeletal

Neurological system

Obstetrics

Trauma

Urogenital & adrenal

M05: Acute back pain with potentially serious (red flag) features

Serious (red flag) features:

a. *Neurological*

- *Sphincter and gait disturbance*
- *Saddle anaesthesia*
- *Severe or progressive motor loss*
- *Widespread neurological deficit*

b. *Other*

- *Age 55 years*
- *Previous malignancy*
- *Systemic illness*
- *HIV*
- *Weight loss*
- *IV drug use*
- *Steroid use*
- *Structural deformity*
- *Non-mechanical pain (no relief with bed rest)*
- *Fever*
- *Thoracic pain*

M06: Acute back pain without potentially serious features (red flags)

M07: Osteomyelitis

Investigation	Dose	Recommendation [Grade]	Comment
MRI	None	Indicated [B]	MRI is the imaging investigation of choice and is indicated immediately in patients with acute neurological features, and urgently in those with suspected malignancy or infection.
XR		Indicated only in specific circumstances [C]	Plain radiograph may be required preoperatively. MR is preferable as the firstline investigation in patients with red flag signs, since it has a stronger negative predictive value.
CT		Indicated only in specific circumstances [C]	CT is useful to guide soft tissue and bone biopsy and may identify sequestra in infection.
NM (bone scan)		Indicated only in specific circumstances [B]	NM is non-specific and should be viewed with plain radiographs. It is useful to show the full extent of disease, especially with metastatic deposits.

Orientierungshilfe Radiologie

2011 4. Auflage

Suchen...



Start Vorwort Einführung Strahlenschutz Sicherheit Methoden Autoren ➤ **Empfehlungen**

G Gastrointestinaltrakt

H Urogenitalsystem

I Mamma

J Schwangere

K Kinder

L Onkologie

M Trauma

N Interventionen

L.1 Gehirn

Diagnose

Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Evidenz-bewertung	Kommentar
MRT	Indiziert (P)	A	Inklusive Spectroskopie
CT	Indiziert (W)	C	Verkalkungen
PET	Indiziert (W)	B	Beurteilung der biologischen Aggressivität, Bestimmung des Biopsieortes, DD Lymphom: Toxoplasmose Radiopharmakon: F-18 FDG, fakultativ gem. mit F-18 FET, F-18 FLT oder C-11 Methioninmul

Nachsorge

Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Evidenz-bewertung	Kommentar
MRT oder CT	Indiziert (P)	C	Inklusive Spectroskopie
PET	Indiziert (P)	C	FDG: Differenzierung von Rezidiv und Strahlennekrose, Nachweis von Resttumoren, Beurteilung der biologischen Aggressivität, Bestimmung des Biopsieortes, nicht indiziert bei Verdacht auf Gliome WHO 1–2: hier alternativer Tracer

Pour le Public

[Fiche Information Patients](#)
[Dossier Informatisé](#)

La SFR

[La SFR](#)
[Délégations régionales](#)
[Bourses et Prix](#)
[Publications](#)
[Textes Juridiques](#)
[Groupes de Travail](#)

Actualités

[Référentiels](#)
[Info Professionnelles](#)
[Agendas](#)

Directive EURATOM

[Guides](#)
[Textes](#)

FMC

[FEPUR](#)
[Cas cliniques - Posters](#)
[Glossaire informatique](#)
[Cours et Ateliers](#)

JFR

[JFR2008](#)
[Archives](#)

Problème clinique	Examen	Recommandation [grade]	Commentaires	Dose
L. Cancer				
Cancer broncho-pulmonaire				
<i>Les bilans d'extension ou de suivi des cancers impliquent la prise en charge par des équipes multidisciplinaires spécialisées.</i>				
Diagnostic	RT	Indiqué [A]	Une radiographie normale n'élimine pas le diagnostic.	I
	TDM	Indiqué [B]	Le scanner a une meilleure sensibilité que la radiographie thoracique.	III
	TEP	Examen spécialisé [B]	TEP au 18FDG Diagnostic d'un nodule pulmonaire >10mm et de nature indéterminée. Alternative à une ponction-biopsie ou à une vidéothoroscopie de première intention. Un examen positif impose la détermination de la nature histologique de la lésion. Un examen négatif autorise une surveillance TDM..	III / IV
Bilan d'extension				15 L
	TDM thoraco-abdominale	Indiqué [B]	Elle permet l'étude de l'extension locorégionale.	III
	TEP	Indiqué [B]	TEP au 18FDG. Elle est utile pour le bilan d'extension ganglionnaire et métastatique en dehors des métastases cérébrales. Elle a une forte valeur prédictive négative pour l'atteinte ganglionnaire.	III / IV
	IRM tête	Indiqué [C]	Si non disponible, TDM.	0
	TDM tête	Indiqué [C]	IRM pré-opératoire si TDM normale.	II
	Echographie foie	Indiqué [C]		0
	IRM thorax	Non indiqué initialement [C]	Elle peut être utile chez les malades ayant une tumeur de l'apex (Pancoast-Tobias) et chez les malades	0



Ďakujem za pozornosť !

Bratislava, jún 2015