

Pozor na ionizující záření

Lidé mají obvykle velké obavy z umělých zdrojů radioaktivního záření, zejména z jaderných elektráren. Málokdo však ví, že většinou část ozáření obyvatelstva způsobují přírodní zdroje záření, ale nemalý podíl představují i jiné zdroje vytvořené člověkem.

Co to vlastně znamená, že je prvek radioaktivní? Zjednodušeně řečeno to znamená, že atomy tohoto prvku jsou nestabilní a rozpadají se na menší a stabilnější atomy. Při tomto rozpadu se uvolňuje velké množství energie ve formě záření. Tedy ve zkratce: radioaktivní = vydávající záření. Těchto rozpadů může probíhat více za sebou a vytvořit tzv. rozpadovou řadu, kdy se velký atom postupně rozpadá na menší a menší atomy. Pro představu jak velké množství energie se při radioaktivním rozpadu uvolňuje, lze uvést následující příklad: **1 gram uranu**, používaného v jaderných elektrárnách stačí na výrobu stejného množství energie jako zhruba **2,7 tun černého uhlí** v uhelných elektrárnách.

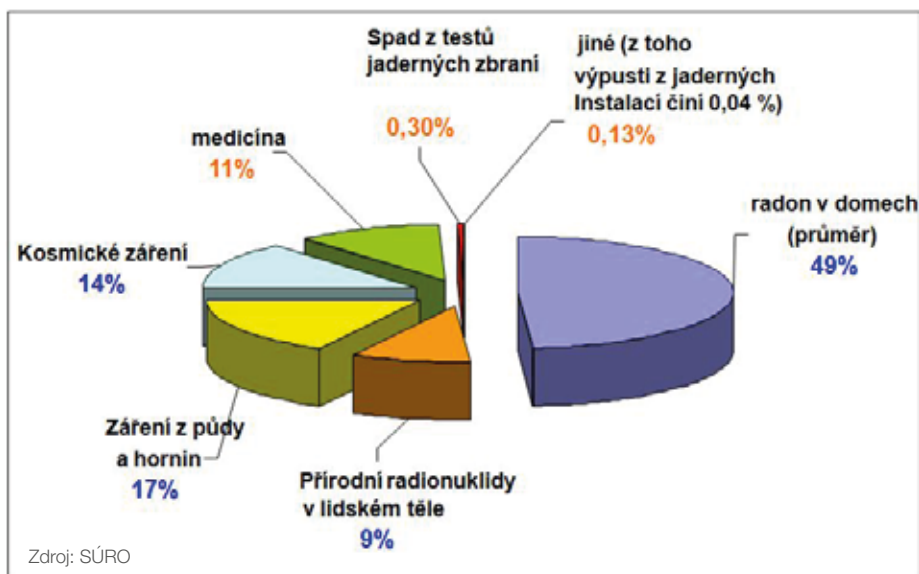
se však na naší planetě vyskytovalo vždy a organismy proto mají vyvinuté mechanismy, které umožňují jistou míru záření zvládnout.

Přírodní zdroje záření se dělí na několik typů:

kosmické záření - dopadá na Zemi z vesmíru

přírodní radionuklidy - radioaktivní atomy vydávající záření a vyskytující se přímo na Zemi

Některé radionuklidy se rozpadají velmi pomalu a na Zemi se vyskytují od jejího vzniku, tzv. primordiální (např. uran), jiné vznikají rozpadem těchto původních radionuklidů. Tyto druhy se vyskytují hlavně



Nebezpečí radioaktivního záření spočívá právě v jeho vysoké energii. Pokud naše tělo toto záření pohltí, může docházet k tvorbě radikálových forem kyslíku, které jsou velmi reaktivní a ničí a pozměňují tkáň v blízkém okolí. Přírodní záření

v půdě. Dalším typem radionuklidů jsou radionuklidy kosmogenní. Ty vznikají při zasažení běžných prvků vyskytujících se v atmosféře kosmickým zářením (takto například vzniká z běžného dusíku ¹⁴N radioaktivní typ uhlíku ¹⁴C).



PharmDr. Milan Krajíček,
K2pharm s.r.o., Opava



Mgr. Vít Krajíček

Díky nerovnoměrnému rozložení zdrojů je úroveň radiace na různých místech odlišná. Vyšší je například ve větších nadmořských výškách díky většímu podílu kosmického záření či v oblastech, kde je větší výskyt radioaktivních hornin (Brazílie, Írán). Roční dávka se na různých místech planety může lišit až o dva řády. Na následujícím obrázku je uveden podíl zdrojů radiačních dávek.

RADON

Největší podíl radiační dávky má radon, vyskytující se v budovách.

Radon řadíme do přírodních radioaktivních rozpadových řad. Na jejich počátku stojí uran nebo thorium. A těch se v českém podloží nachází podstatně víc, než je celosvětový průměr. Jen nesmírně pomalu se přeměňují na jiné prvky. Podstatné je, že v radioaktivních rozpadových řadách těchto prvků vzniká několik různých izotopů radonu lišící se svými vlastnostmi.

Pro radioaktivní prvky je podstatnou vlastností jejich poločas rozpadu, tedy

dobu, za kterou se polovina množství prvku v daném vzorku přemění na další prvky (ze zbývajících množství se poté za stejnou dobu rozpadne zase polovina a tak dál, až ve vzorku žádný tento radioaktivní prvek nezbude). Nejdelší poločas rozpadu izotopů radonu vznikajících pod našima nohama je 3,8 dne, u dalších se měří nejvýše v desítkách sekund.

Obavy z radonu bychom neměli podceňovat, i když on sám není hlavním, přímým škůdcem. Radon ve formě plynu lidé vdechují a opět vydechují, něco málo se z plic dostane do krve, ale zde nepředstavuje tak velké riziko. Skutečné nebezpečí spočívá jinde. Radon se v domech rozpadá na další radioaktivní izotopy polonia, bizmutu a olova. Částičky z těchto prvků se usazují na částečkách prachu a v podobě aerosolů je lidé vdechují. Z plic je už náš organismus neumí dobře odstranit a perzistují v této tkáni velmi dlouho. Protože jsou samy radioaktivní, rozpadávají se dál a vyzařují částice a záření, které okolní plicní tkáň poškozují (včetně DNA v buněčných jádrech).

Radon je tak po kouření druhým nejvýznamnějším důvodem vzniku rakoviny plic.

Typické hodnoty efektivních dávek pro vybraná konvenční rentgenová a CT vyšetření

Diagnostický výkon		Typické efektivní dávky (mSv)	Přibližná doba pro stejné ozáření z přírodních zdrojů
Konvenční rentgenová vyšetření	Končetiny a klouby	< 0,01	< 1,5 dne
	Pľíce (jeden PA snímek)	0,02	3 dny
	Lebka	0,07	11 dní
	Mamografie (skreening)	0,1	15 dnů
	Kyčle	0,3	7 týdnů
	Pánev, hrudní páteř	0,7	4 měsíce
	Břicho	1	6 měsíců
	Bederní páteř	1,3	7 měsíců
	Polykací akt	1,5	8 měsíců
	IVU	2,5	14 měsíců
	Vyšetření žaludku, střevní pasá	3	16 měsíců
	Irigoskopie	7	3,2 roku
CT vyšetření	CT hlavy	2,3	1 rok
	CT hrudníku	8	3,6 roku
	CT břicha nebo pánve	10	4,5 roku

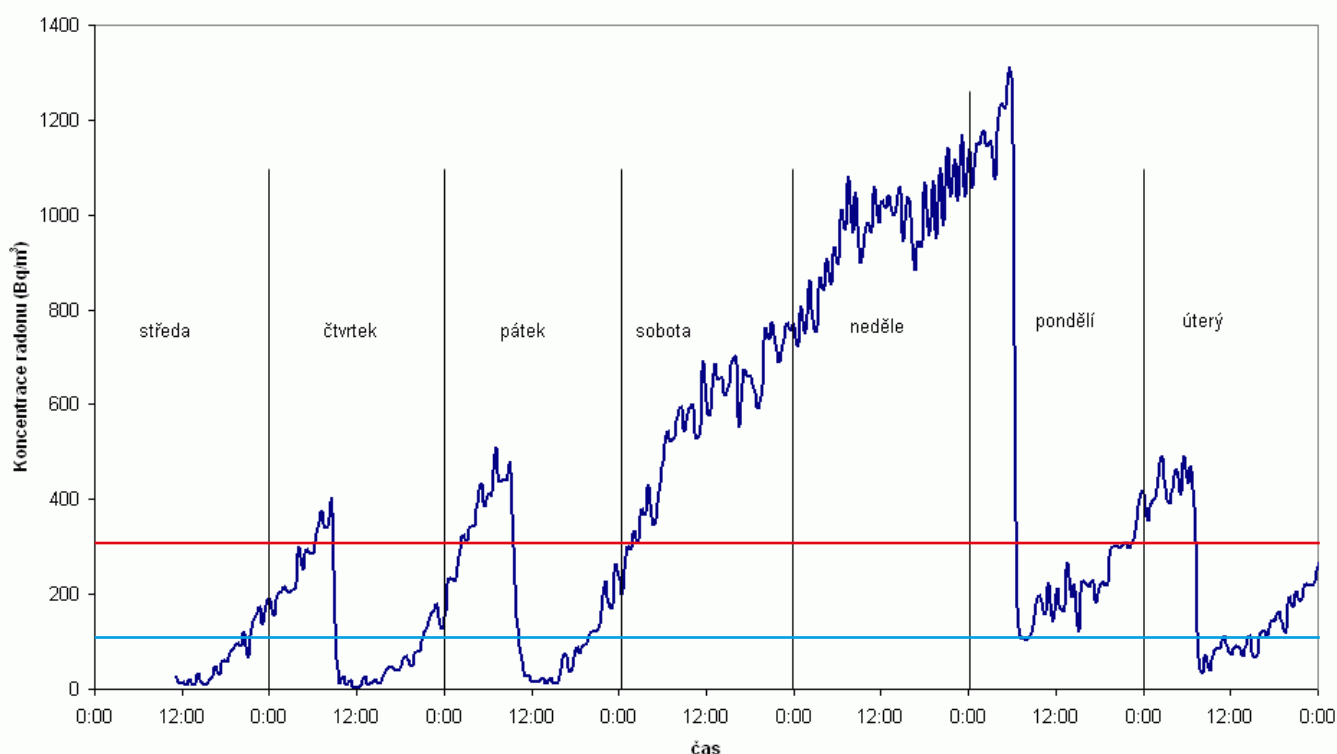
Zdroj: SÚJB

Zajímavostí je záznam koncentrace radonu ve vzorové kanceláři v průběhu dne. V grafu je vidět postupný nárůst koncentrace v místnosti přes noc a prudký pokles při vyvětrání místnosti. Patrný je také nárůst přes víkend, kdy je místnost uzavřena. Z toho vyplývá jednoduchá rada –

ČASTĚJI VĚTREJTE!

V posledních letech jsou nezanedbatelným příspěvkem k roční dávce ozáření také lékařská vyšetření. Běžně se dávka ozáření udává v jednotce Sievert (Sv) či v jejich částech milisievert (mSv) - tisícina

Záznam koncentrace radonu - kancelář



Zdroj: SÚRO

Sievertu nebo mikroSievert (μSv) - miliontina Sievertu.

V ČR se průměrná přírodní dávka záření pohybuje okolo 3200 mikroSievertů za rok (různé zdroje se mírně liší v rozsahu 2000-3500). Dávka pocházející z lékařských vyšetření se může velmi lišit od méně než 10 μSv při běžném rentgenu končetiny až

jen velmi malé množství tohoto záření, drtivá většina se odrazí. Typická dávka při jednom skenování dosahuje hodnot maximálně 0,1 μSv , což je řádově méně než u nejléčších lékařských rentgenů. Letištním skenerem byste tedy museli projít alespoň 100x, abyste dostali stejnou dávku záření, jakou obdržíte za 1 den z přírodních zdrojů.

cum – reishi, Lentinula edodes – shitake, Pleurotus ostreatus – hlíva, či betaglukany z kvasinky pивní ze *Saccharomyces cerevisiae*). Dostačuje podání stovek miligramů extraktů denně.

Světová zdravotnická organizace vydala v roce 2009 doporučení, aby koncentrace radonu v domech nepřesahovala hodnotu 300 Bq /m³, s tím, že lepší by bylo, aby tato hodnota dosahovala jen 100 Bq /m³. Doporučení převzala Evropská unie, která po členských státech požaduje, aby radonu věnovaly zvýšenou pozornost a stanovily si vlastní doporučené hodnoty, ale tak, aby nebyly vyšší než oněch 300 Bq /m³. Tuto hodnotu jako referenční převzala i česká legislativa (atomový zákon 263/2016 Sb. a vyhláška 422/2016 Sb.). Protože se ukazuje, že i nízké dávky představují určité riziko, vznikl v roce 2017 čtyřletý projekt MEDIRAD, zaměřený na posílení vědeckých základů a klinické praxe radiační ochrany v oblasti medicíny.

MEDIRAD

Cílem programu MEDIRAD je posílit vědecké základy a klinickou praxi radiační ochrany v oblasti medicíny, a tím řešit potřebu lépe porozumět a vyhodnotit zdravotní účinky expozice ionizujícímu záření s nízkými dávkami z diagnostického zobrazování a v radioterapii.

Použití ionizujícího záření v medicíně se neustále zvyšuje a tento trend bude pokračovat se zřejmými zdravotními přínosy pro obyvatelstvo díky vylepšeným diagnostickým a terapeutickým technologiím. Rostoucí využívání nových metod jak pro diagnostiku, tak pro léčbu také vyvolává řadu otázek v oblasti radiologické ochrany pacientů a zdravotnických pracovníků, neboť průměrné úrovně lékařské expozice populace neustále rostou.

Závěrečný obrázek přehledně ukazuje některé příklady dávek záření v mikroSievertch.

Zdroje informací:

Státní úřad pro jadernou bezpečnost

Státní úřad radiační ochrany

Hála, J.: Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie, 1998

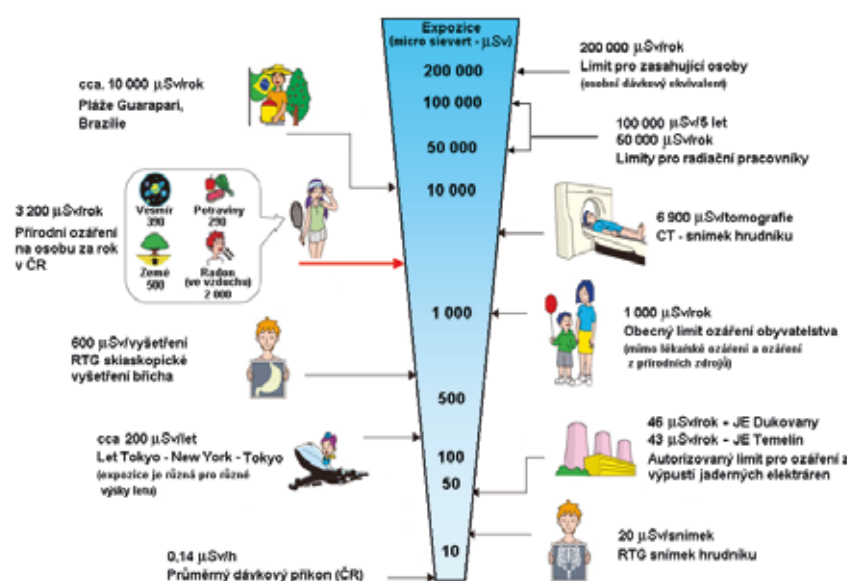
The Radiology information resource for patients, 2007

Medirad, European Institute for Biomedical Imaging Research (EIBIR), Austria, 2017

Herb, Nutrient and Drug Interactions, 2008

Příklady některých expozic ionizujícímu záření včetně limitů platných v ČR

Jednotky: μSv



Zdroj: SÚRO

po více než 10000 μSv při CT vyšetření břicha, což je ekvivalent několika celoročních dávek přijatých z přírodních zdrojů, což vůbec není zanedbatelné číslo. V tabulce jsou uvedeny dávky při jednotlivých vyšetřeních. Obecný limit pro roční dávku nad rámec přírodního záření je stanoven na hodnotu 1000 μSv /rok, lékařská vyšetření však do tohoto limitu nejsou započítána.

Za zmínku stojí poznámka o letištních skenerech, které v nedávné době způsobily obavy z míry ozáření při častém cestování. Zde je třeba uvést zásadní rozdíl mezi rentgenovým systémem lékařským a systémem letištním. Zatímco u lékařských rentgenů se detekuje záření, které prošlo tělem, aby bylo možné zobrazit vnitřní struktury, u letištních skenerů se detekuje záření, které se od těla odrazí a na to stačí daleko menší intenzita rentgenového záření, než je tomu u lékařských přístrojů. Touto metodou se dobře zjišťují předměty schované v oblečení nebo přilepené na kůži. Tělo absorbuje

Dále stojí za zmínku dávky radiace obdržené při jaderných katastrofách. Pracovníci, podílející se na likvidaci následků černobylské havárie, obdrželi v průměru dávku 100 mSv (100 000 μSv), někteří až 500 mSv, což se rovná přirozené dávce za více než 160 let. Několik desítek lidí, kteří pracovali na likvidaci škod v elektrárně ihned po havárii, bylo ozářeno potenciálně smrtelnými dávkami několika jednotek Sievertů (miliony mikrosievertů). 28 lidí zemřelo na nemoc z ozáření během několika měsíců. Bohužel mnoho dalších zemřelo později.

Při havárii jaderného reaktoru na sovětské ponorce K-19 obdrželi vojáci, kteří na jeho opravě přímo pracovali dávky od 7,5 Sv až do 54 Sv (což je dávka přírodního ozáření obdržená za 18 tisíc let). Všichni zemřeli do 3 týdnů na akutní radiační syndrom.

Otázkou zůstává, lze-li se proti ionizujícímu záření bránit. V minulosti bylo testováno mnoho látek. Jedním z nejlepších výsledků dosahují betaglukany. Extrakty z hub a kvasinek (*Ganoderma japoni-*