



Radiační havárie, únik radioaktivní látky

1. Charakteristika radiační havárie
2. Ohrožení osob
3. Předpokládané ztráty a škody na majetku a životním prostředí
4. Jak se chovat při radiační havárii či úniku radioaktivní látky
5. Možné související hrozby

1. Charakteristika radiační havárie

1.1 Co je to radioaktivita

Radioaktivní látky a ionizující záření se vyskytují všude kolem nás již od vzniku naší planety nezávisle na existenci člověka. Úroveň jejich záření je však taková, že většinou našemu organismu neškodí. K přirozeným zdrojům ionizujícího záření patří kosmické záření a záření radioaktivních prvků obsažených v zemské kůře, ale i přirozené radioaktivní látky v nás samých. Mezi umělé zdroje ionizujícího záření patří např. zdroje ionizujícího záření využívané ve zdravotnictví a v průmyslu v defektoskopii. Je nutno podotknout, že **kromě lékařského ozáření se ostatní zdroje na ozáření člověka podílí minimálně.**

Radioaktivita je přirozená schopnost některých látek (přírodních i umělých) samovolně se přeměňovat (rozpadat se). Při této přeměně radioaktivní látky vysílají neviditelné záření, které má schopnost pronikat hmotou, přičemž některé druhy záření jsou velmi málo pronikavé a k jejich záchytu stačí například tenká vrstva papíru. Jiné jsou však tak pronikavé, že na jejich pohlcení je nutná silná vrstva těžkých materiálů, například olova nebo betonu.

Ionizující záření rozdělujeme na **pronikavé** (záření gama, X a neutrony) a **nepronikavé** (alfa, beta a ostatní nabitě částice). Pronikavé záření se dá velmi obtížně odstínit, lze jej však vhodnými stínícími materiály významně zeslabit. Tloušťka materiálu, která zeslabí záření na polovinu, se nazývá polovrstva.

Radioaktivní záření, jinak také ionizující záření, může za určitých podmínek způsobovat škody na zdraví. Zabránění těmto škodám spočívá ve snížení kontaktu radioaktivních látek a ionizujícího záření s lidským organismem.

Ionizující záření doprovází radioaktivní přeměnu látek a je trojího druhu: alfa, beta a gama.

ALFA

Jedná se o těžké nabitě částice - proud heilových jader, které jsou tvořeny dvěma protony a dvěma neutrony. Záření ALFA není při vnějším ozáření nebezpečné, zachytí se v malé vrstvě kůže, při vnitřní kontaminaci však nebezpečné je. Snadno se zachytí malými vrstvami materiálu, např. listem papíru nebo textilií. Zdroji alfa záření mohou být různé prvky a látky pevného, kapalného i plynného skupenství. Z prvků v pevném skupenství je to např. uran či radium, v plynném např. radon, který se shromažďuje ve špatně větraných prostorách. Vlastnosti alfa záření jsou ale také využívány v léčbě pacientů, dokáže aktivovat obranné mechanismy buněk, případně dokáže nastartovat proces vedoucí k jejich zániku.

BETA

Jedná se o velmi lehké a malé nabitě částice - proud elektronů nebo pozitronů, mají tak ve srovnání s částicemi ALFA delší dolet (ve vzduchu v řádu desítek centimetrů, v tkáni v řádu milimetrů). Poškození je menší než u částic ALFA, záření částic BETA není schopno překonat vrstvu kůže a podkožního tuku. Lze odstínit lehkými materiály, např. vrstvou hliníku či plastu.

RTG záření

Rozlišují se dva typy rentgenového záření, charakteristické a brzdné, přičemž výsledné záření reálného zdroje RTG je jejich součtem. Je schopno pronikat látkami, má ionizační, fotochemické (způsobuje zčernání fotochemické desky) a luminiscenční (vznik viditelného záření při dopadu na některé minerály) účinky. Od zdroje se rentgenové záření šíří přímočaře, tzn. šíří se do protoru všemi směry. Právě rentgenové záření nachází široké uplatnění ve zdravotnictví.

GAMA

Jedná se o elektromagnetické vlnění (lze popsat jako proud fotonů, které nenesou elektrický náboj). Má velmi krátkou vlnovou délku, vysokou energii a dlouhý dolet. Je doprovodným jevem nejenom při štěpení, ale i při samovolných přeměnách. Poškození je menší než u částic ALFA, ale z důvodu delších doletů je nebezpečné i z hlediska zevního ozáření. Zdravotní riziko představuje vysokými energiemi, které nese. Záření gama může při vnějším ozáření poškodit i vnitřní orgány. Pro stínění se používají těžké materiály, např. olovo nebo ochuzený uran. Vysokoenergetická povaha GAMA záření z něj činí účinný prostředek hubení bakterií, čehož se využívá např. při sterilizaci lékařských nástrojů. Opět nachází uplatnění v léčbě onkologicky nemocných pacientů, tzv. gama nůž využívá několika paprsků

zaměřených na místo nádoru, v ostatních místech pak prochází pouze jeden paprsek a proto jsou zdravé buňky méně poškozené a přežijí.

NEUTRONOVÉ ZÁŘENÍ

Jedná se o těžké nenabitě částice, které vznikají při štěpení jádra uranu a dalších jaderných reakcí. Poškození lidského organismu je silně závislé na energii, kterou částice nese. Obecně se dá říci, že poškození je vyšší než u částic BETA a GAMA. Neutronové záření je schopno poškodit i vnitřní orgány, snadno totiž proniká látkami. Před zachcením je třeba částice zpomalit, ke stínění se používá masa vody, betonu nebo parafínu.

Povrchová vs vnitřní kontaminace

V případě povrchové kontaminace hovoříme o kontaminaci zařízení, podlahy, oděvu aj., kdežto v případě vnitřní kontaminace se radioaktivní látky již dostaly do organismu (vdechnutím, polknutím nebo prostupem radionuklidů skrze kůži, porušenou i neporušenou, či sliznici, např. očí. Při vnitřní kontaminaci je organismus zářením zatěžován dlouhodobě, radioaktivní látka se může zadržovat v určitých orgánech, které jsou pak přímému působení ionizujícího záření.

Obr. č. 1: Pronikavost různých typů záření





Zdroj: [Ionizující záření](#)

1.2 Karlovarský kraj

Na území Karlovarského kraje se můžete setkat se zdroji ionizujícího záření zejména ve zdravotnictví, kde je ionizující záření využíváno v diagnostice a léčbě pacientů, přičemž lékařské ozáření je jediným případem, kdy je člověk vystavován **ionizujícímu záření záměrně**. Vzhledem ke svému specifickému charakteru lékařské expozice **nepodléhají žádným limitům**.

Zajímavostí je, že se na území Karlovarského kraje nachází jedno ze tří provozovaných úložišť radioaktivního odpadu, tj. **úložiště Bratrství**. Nachází se v části bývalého stejnojmenného uranového dolu poblíž Jáchymova a je v provozu od roku 1974. Úložiště je určeno výhradně pro odpady pocházející ze zdravotnictví, průmyslu či výzkumu, které obsahují přírodní radionuklidy. Bližší informace k ukládání radioaktivních odpadů můžete najít na webových stránkách [Správy úložišť radioaktivních odpadů](#).

Jak již bylo uvedeno výše, k přirozeným zdrojům ionizujícího záření patří mimo jiné záření radioaktivních prvků obsažených v zemské kůře. Nejčastějším přirozeným zdrojem ionizujícího záření je radon, jde o přírodní plyn, který vzniká postupnou přeměnou uranu, který je různým množstvím součástí hornin zemské kůry. Radon se v plynném skupenství z hornin uvolňuje, z povrchu země se radon dostává do atmosféry nebo vstupuje do objektů. Při **nedostatečné ventilaci** objektu může docházet k **zadržování radonu** v objektu a nadměrnému ozařování obyvatel domu. Radon se přeměňuje na další radioaktivní prvky, izotopy polonia, olova a bismutu, právě tyto tzv. dceřiné produkty radonu jsou pevné částice, které se po vdechnutí zachycují v dýchacích cestách a ozařují je.

Jaké množství radonu se nachází ve vzduchu kolem nás?

	Objemová aktivita radonu (Bq/m ³)	Poznámka
Průměrná hodnota v ČR	118	ČR patří mezi země s nejvyšší průměrnou koncentrací radonu v bytech.
Maximální doporučená hodnota	300	Vyšší koncentraci má asi 4,5 % bytů. Je-li tato hodnota překročena, doporučuje se provést protiradonová opatření.
Hodnota ve venkovním ovzduší	5	

Státní úřad pro jadernou bezpečnost si nechal Fakultou stavební ČVUT v Praze vypracovat doporučení k zajištění ochrany proti působení radonu z podloží před výstavbou domu, tato doporučení jsou shrnuta v těchto 14 krocích:

1. Nechte stanovit radonový index pozemku.
2. Protokol o stanovení radonového indexu pozemku předejte architektovi nebo projektantovi domu.
3. S architektem nebo projektantem a dodavatelem smluvně dohodněte, že ochrana domu proti radonu bude vypracována a realizována podle ČSN 73 0601 tak, aby koncentrace radonu v domě nepřekročila společně odsouhlasenou úroveň zvolenou v rozmezí 100 - 150 Bq/m³. Na splnění této podmínky navažte vyplacení části ceny domu.
4. Základem ochrany proti radonu je vždy celistvě a souvisle provedená hydroizolace nebo protiradonová izolace s těsnými spoji a prostupy.
5. Je-li výpočtová koncentrace radonu v podloží vyšší než 60 kBq/m³ pro vysoce propustné zeminy, 140 kBq/m³ pro středně propustné zeminy nebo 200 kBq/m³ pro zeminy s nízkou propustností, přesvědčte se, že je protiradonová izolace provedena s větracím systémem podloží nebo s odvětranou ventilační vrstvou.
6. Je-li pod podlahou nejnižšího obytného podlaží umístěn plynopropustný podsyp (šterkopísek, štěrk, tepelně izolační násyp atd.), přesvědčte se, že je tato vrstva odvětrána prostřednictvím větracího systému podloží (ve všech kategoriích radonového indexu).
7. Máte-li v podlaze na terénu podlahové topení, přesvědčte se, že současně s protiradonovou izolací je instalováno i odvětrání podloží, nebo odvětraná ventilační vrstva v kontaktní konstrukci (ve všech kategoriích radonového indexu).
8. Přesvědčte se, že přívod vzduchu vedený v zemině pod podlahou ke krbům nebo krbovým kamnům je proveden z těsného potrubí.
9. Vyvarujte se všech netěsností v kontaktní konstrukci jako jsou trativody, vsakovací jámky, studánky, mokré sklípky na zeleninu nebo víno atd.
10. V průběhu pokládky protiradonové izolace zkontrolujte:
 - název, popřípadě typ a tloušťku protiradonové izolace (musí se shodovat s projektem, celistvost a neporušenost protiradonové izolace včetně těsnosti spojů, těsnost všech prostupů protiradonovou izolací (voda, plyn, kanalizace, elektro - i prostor mezi průchodkou a jednotlivými kabely, tepelné čerpadlo - velmi vysoké riziko pronikání vysokých koncentrací radonu, potrubí od zemního výměníku atd.),
 - těsnost napojení svislé a vodorovné protiradonové izolace,
 - celistvost protiradonové izolace kolem všech instalačních a revizních šachet.
11. Před instalací perimetrové tepelné izolace zkontrolujte, zda je po obvodu stavby eliminován radonový most.
12. Zkontrolujte, zda jsou všechny poklopy nad revizními a instalačními šachtami těsné.
13. Požadujte instalaci funkčního větracího systému ve všech obytných prostorách domu (nelze spoléhat na pouhé větrání okny).
14. V dokončeném domě nechte stanovit koncentraci radonu ve všech obytných prostorách a porovnejte ji s požadavkem na nepřekročení předem dohodnuté úrovně.



Radioaktivní odpad je označen bezpečnostní tabulkou informující o zdroji ionizujícího záření. Jde o tento symbol, ne vždy je však doplněn uvedeným textem:

Na obrázku č. 2 je znázorněno zastoupení jednotlivých oblastí s uvedením podílu produkce ionizujícího záření.

Obr. č. 2: Celosvětové rozdělení radiační expozice







Zdroj: [Ionizující záření](#)

2. Ohrožení osob

Vliv ionizujícího záření na lidský organismus je zásadně odlišný s ohledem na tzv. dávku a dobu expozice. Nízké krátkodobé dávky ionizujícího záření jsou hojně využívány v diagnostice i léčbě pacientů, zejména v radiologii, ale také například v onkologii.

Biologické účinky ionizujícího záření se rozlišují stochastické a deterministické. **Stochastické** (jinak také **pozdní**) jsou účinky ionizujícího záření, které nastupují v průběhu let po vystavení ionizujícímu záření. Účinky nevznikají až po překročení určité prahové dávky, ale každá obdržená dávka zvyšuje pravděpodobnost vzniku poškození. Naproti tomu **deterministické** (jinak také **časné**) jsou účinky ionizujícího záření vznikající vždy při překročení prahové dávky. Onemocnění může nastat jak po **vnějším** ozáření, tak i po **vnitřní** kontaminaci radioaktivními látkami. Deterministickými účinky je např. nemoc z ozáření.

Největší nebezpečí ionizujícího záření tkví v tom, že **není vidět ani cítit!**







Zdroj: [Státní úřad pro jadernou bezpečnost](#)

Akutní účinky záření nastupují, pokud je v krátké době přijata dávka vyšší než $1 \text{ Sv} = 1\,000 \text{ mSv} = 1\,000\,000 \text{ mikroSv}$.

Projevy nemoci z ozáření - tzv. akutního radiačního syndromu:

- nevolnost, zvracení, průjmy, střevní křeče, slinění, dehydratace, únava, apatie, letargie, pocení, horečka, bolesti hlavy, pokles krevního tlaku.

Při nižších dávkách je důsledkem ozáření tkání vyšší pravděpodobnost vzniku karcinomu, zvýšené riziko vzniku rakoviny je úměrné velikosti přijaté dávky.

3. Předpokládané ztráty a škody na majetku a životním prostředí

- Kontaminace území radioaktivními látkami,
- kontaminace povrchových zdrojů pitné vody,
- dočasné přerušení nebo i trvalé zrušení průmyslové nebo zemědělské produkce v zasaženém území,
- ztráta osobního majetku nebo dočasně znemožněný přístup k němu či jeho podmíněčné využívání.

4. Jak se chovat při radiální havárii či úniku radioaktivní látky

Základem radiální ochrany je omezení kontaktu člověka s ionizujícím zářením. Účinným a nejdůležitějším způsobem ochrany je **ukrytí**. Již pouhým pobytem v budovách se zavřenými okny a dveřmi se podstatně omezí účinky radioaktivního záření. **Nejlepší ochranu** před účinky radioaktivních látek poskytují **uzavřené**,



zděné prostory.

Při nálezu předmětu označeného symbolem informujícím o ionizujícím záření respektujte tato doporučení:

1. V žádném případě **nezkoumejte obsah** nalezeného předmětu.
2. Zachovejte klid a ustupte do bezpečné vzdálenosti.
3. Oznamte nález předmětu na tísňovou linku **112**.
4. Řiďte se pokyny operátora tísňové linky.
5. Varujte osoby v blízkosti, aby se k nalezenému předmětu nepřibližovaly.
6. Vyhledejte úkryt v budově, nejlépe ve sklepních prostorách na straně odvrácené mimořádné události.
7. Uzavřete okna a dveře, **vypněte ventilaci**.
8. **Jodové tablety** použijte až **na základě veřejné výzvy**.

Jódová profylaxe

Jednou z látek unikajících při radiační havárii jaderných zařízení je radioaktivní jód, přičemž jód má tendenci se shromažďovat ve štítné žláze člověka. Aby se předešlo hromadění radioaktivního jódu ve štítné žláze a následnému poškození zdraví, užívají se tablety s jódem neradioaktivním, ve formě jodidu draselného. Správné načasování požití tablety jodidu draselného zajistí plné nasycení štítné žlázy neradioaktivním jódem a zabrání tak hromadění radioaktivního jódu a tím poškození štítné žlázy.

5. Možné související hrozby

V souvislosti s radiační havárií či únikem radioaktivní látky se nepředpokládá vznik dalších sekundárních mimořádných událostí.