



KORAL, s.r.o., Nad Medzou 2, 052 01 Spišská Nová Ves

Registr. spoločnosti: Obchodný register Okresného súdu Košice I, oddiel: Sro, v.č. 8973/V;

IČO: 36169641, DIČ: 2020032674, IČO DPH: SK2020032674

tel.: +421-(0)-53 4411834, e-mail: info@koral.sk, www.koral.sk

RADÓN

1. ČO JE TO RADÓN

Radón je chemický prvok so symbolom **Rn** a atómovým číslom 86. Je to rádioaktívny, bezfarebný, bez zápachu a bez chuti vzácny plyn. Vyskytuje sa prirodzene v malých množstvách ako medzistupeň v normálnych rádioaktívnych rozpadových reťazcoch, cez ktoré sa tórium a urán pomaly rozpadajú na olovo a rôzne ďalšie rádioaktívne prvky s krátkou životnosťou.

Radón sám osebe je produktom rozkladu rádia. Jeho najstabilnejší izotop, ^{222}Rn , má polčas rozpadu iba 3,8 dňa. Pretože však tórium a urán sú dva z najbežnejších rádioaktívnych prvkov na Zemi a majú tri izotopy s veľmi dlhými polčasmi rozpadu, rádovo niekoľko miliárd rokov, **radón sa neustále vytvára ako medzičlánok tohto rozpadu**. Rozpad radónu vedie k vzniku mnohých ďalších nuklidov s krátkou životnosťou, známych ako radónové dcéry, ktoré končia stabilnými izotopmi olova.

V prírode existujú tri izotopy radónu: ^{219}Rn (aktinón), ^{220}Rn (torón), ^{222}Rn .

^{222}Rn (radón) má polčas rozpadu 3,82 dňa

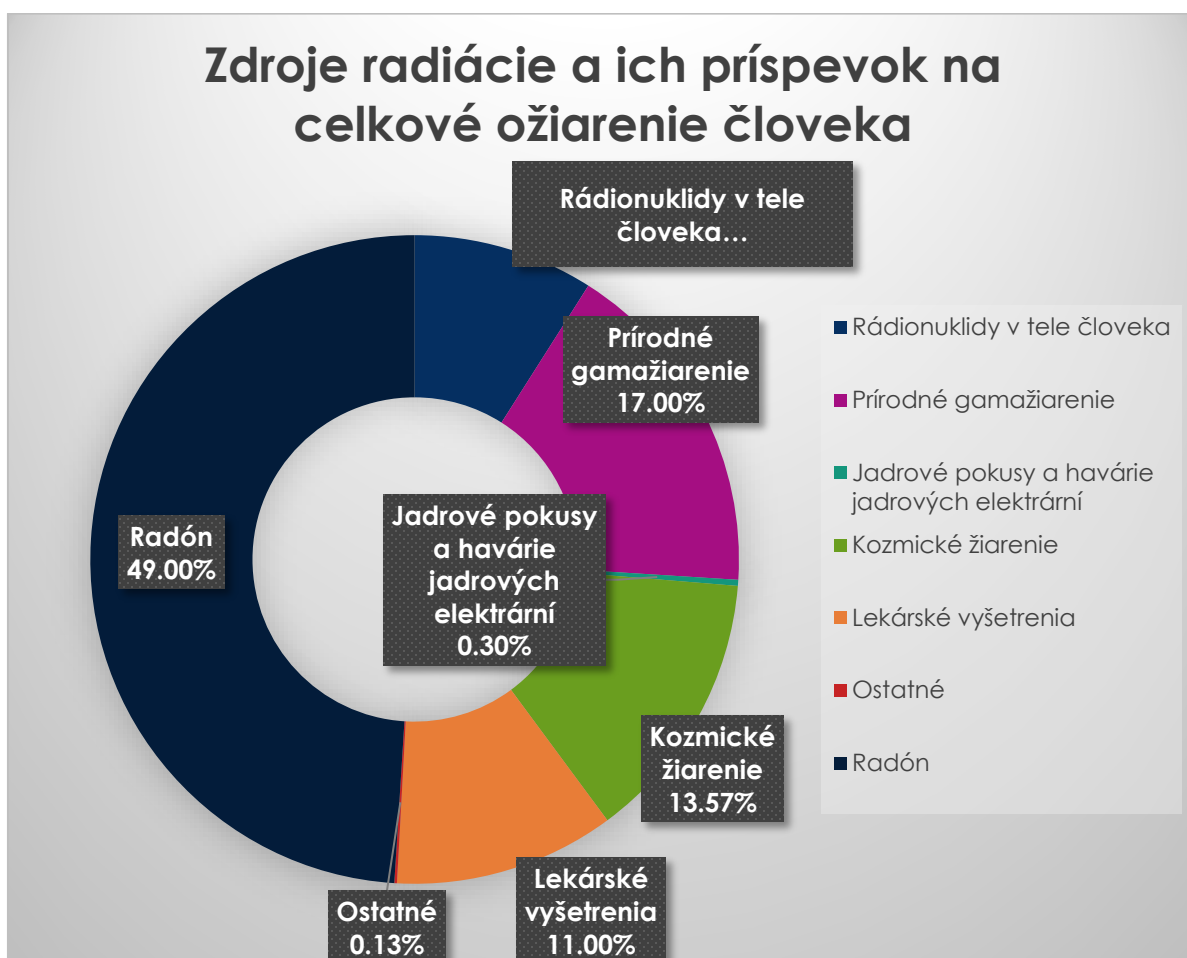
^{219}Rn (aktinon) má polčas rozpadu 3,92 sekundy

^{220}Rn (thoron) má polčas rozpadu 55,3 sekundy

Z hľadiska ožiarenia osôb z prírodných zdrojov nás zaujíma iba ^{222}Rn , ktorý má omnoho dlhší polčas rozpadu ako ostatné dva izotopy radónu, a tak sa môže dostávať do interiéru a tam kumulovať vo významnejších množstvách.

2. PREČO JE RADÓN NEBEZPEČNÝ

Na rozdiel od všetkých ostatných medziproduktov vo vyššie uvedených rozpadových reťazcoch je radón za normálnych podmienok **plynný a ľahko inhalovateľný**. Radónový plyn sa považuje za zdravotné riziko. Je to často najväčší prispievateľ k dávke žiarenia pozadia jednotlivca, ale v dôsledku lokálnych rozdielov v geológii sa úroveň rizika radónového plynu líši v závislosti od miesta. Napriek svojej krátkej životnosti sa radónový plyn z prírodných zdrojov, ako sú minerály obsahujúce urán, môže akumulovať v budovách, najmä z dôvodu jeho vysokej hustoty, v nízkych oblastiach, ako sú pivnice prízemná podlažia, chodby. Radón sa môže vyskytovať aj v podzemných vodách - napríklad v niektorých pramenitých vodách a horúcich prameňoch.



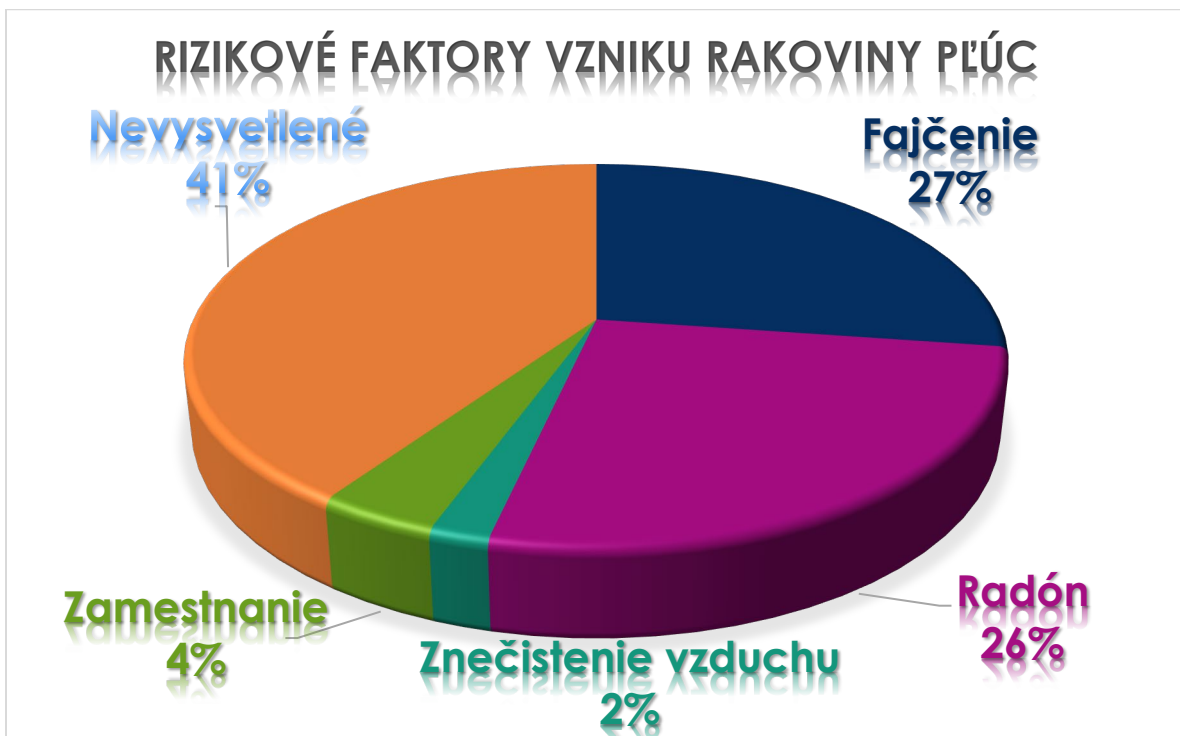
Zdroj: Enviromental Protection Agency (EPA)

2.1 ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ INHALÁCIE RADÓNU

Radón a dcérske produkty jeho premeny sú emitentmi žiarenia alfa. Jedná sa o žiarenie nízkej prenikavosti, ale silných ionizačných účinkov. Pri nadmerných dávkach môžu byť poškodené bazálne (kmeňové) bunky dýchacích ciest.

Epidemiologické štúdie ukázali jasnú súvislosť medzi dýchaním vysokých koncentrácií radónu a výskytom rakoviny pľúc. Radón je kontaminant, ktorý ovplyvňuje kvalitu vnútorného vzduchu na celom svete. **Radón druhou najčastejšou príčinou rakoviny pľúc** po fajčení cigariet. Aj keď je radón druhou najčastejšou príčinou rakoviny pľúc, podľa odhadov je to jedna z najčastejších príčin nefajčiarov.

Na rozdiel od samotného plynného radónu sú radónové dcéry pevné látky a držia sa povrchov, ako sú prachové častice vo vzduchu. Ak sa takýto kontaminovaný prach vdýchne, tieto častice môžu tiež spôsobiť rakovinu pľúc.



Zdroj: The International Association for the Study of Lung Cancer IASLC, 13100 East Colfax Avenue, Unit 10, Aurora, CO, 80011, US.

3. LEGISLATÍVNY RÁMEC

3.1 ZÁKON 87/2018 O RADIAČNEJ OCHRANE A ZMENE A DOPLNENÍ NIEKTORÝCH ZÁKONOV

Okrem iného sa tento zákon zaoberá:

- ochranou pracovníkov a obyvateľov pred ožiareníím radónom vo vnútornom ovzduší budov
- obmedzovanie ožiarenia z pitnej vody, prírodnej minerálnej vody a pramenitej vody

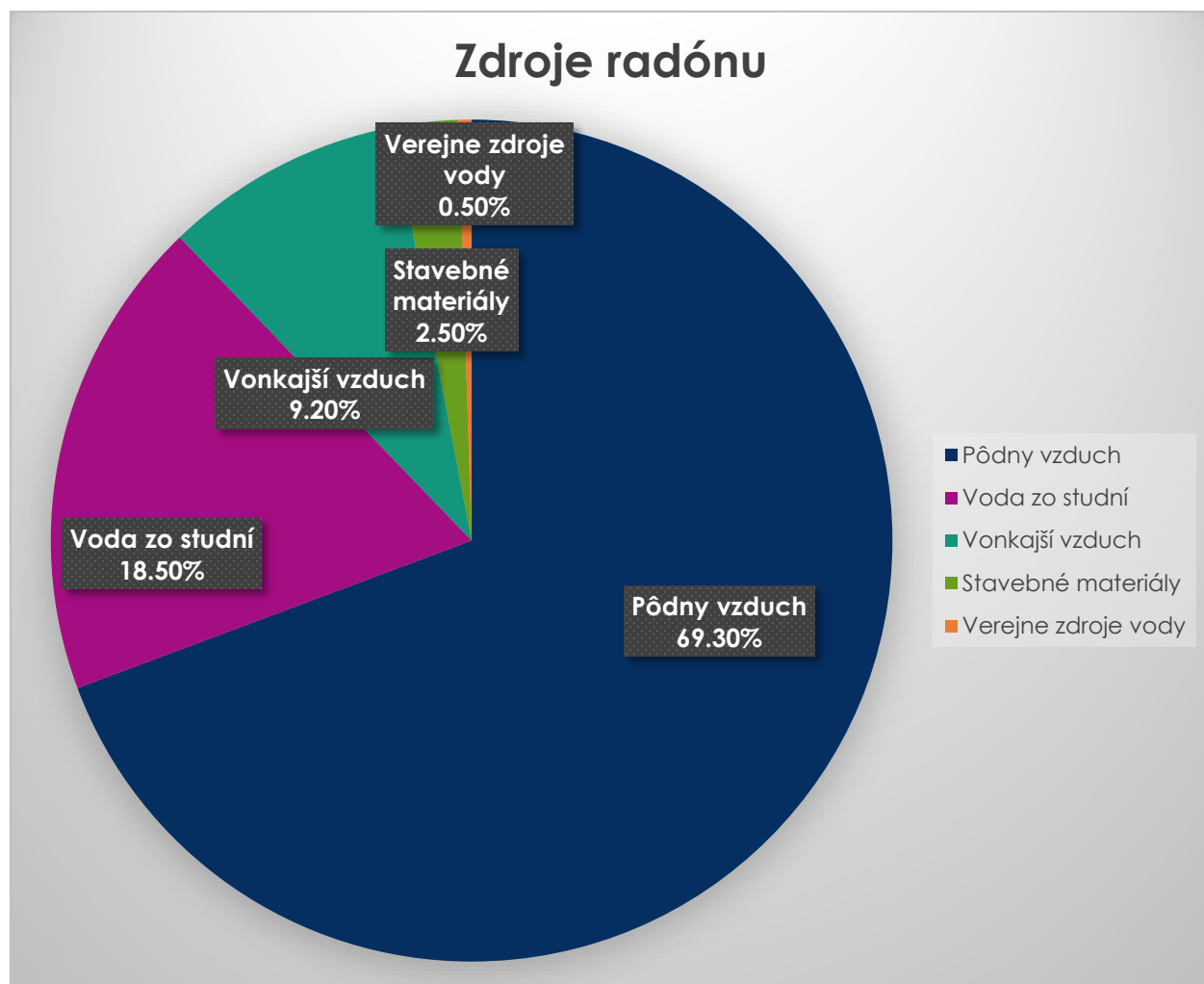
3.2 VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZDRAVOTNÍCTVA 98/2018 KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI O OBMEDZOVANÍ OŽIARENIA PRACOVNÍKOV A OBYVATEĽOV Z PRÍRODNÝCH ZDROJOV IONIZUJÚCEHO ŽIARENIA

Vyhláška sa okrem iného zoberá:

- úpravou pracoviska vrátane úpravy nútenej výmeny ovzdušia na pracovisku
- stanovením efektívnej dávky pracovníka na pracovisku
- postupom stanovenia objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu, spôsobom stanovenia radónového indexu pozemku a spôsobom vyhodnotenia výsledkov stanovenia radónového indexu pozemku
- preventívnymi opatreniami na obmedzenie ožiarenia z radónu

4. ZDROJE RADÓNU

Nebezpečenstvo radónu spočíva v jeho **hromadení v slabo vetraných priestoroch**. Na voľnom priestranstve sú jeho koncentrácie nízke a nepredstavujú signifikantné riziko.



Radón v budovách a môže pochádzať z týchto zdrojov:

4.1 STAVEBNÉ MATERIÁLY

Pôvodom z magmatických hornín bohatých na silikón (najmä žula a najmä exotickéjšie žuly, ako sú červené, ružové a fialové odrody), odpadové produkty zo sadry, cement, betón, pemza a čadičová hornina.

4.2 PÔDNY VZDUCH

Prenikajúci do vášho domu cez praskliny v základoch, stenách a podlahách. Hladiny radónu sú najvyššie v miestnostiach najbližšie k zemi, takže ak trávite veľa času v suterénoch doma, v práci alebo v škole, vaše riziko kontaminácie môže byť väčšie.

4.3 VODA ZO STUDNÍ

Zatiaľ čo riziko ožiarenia z vody je vo všeobecnosti minimálne, hlboké studne zapustené do horniny s vysokou koncentráciou rádia môžu obsahovať vysoké úrovne radónu.

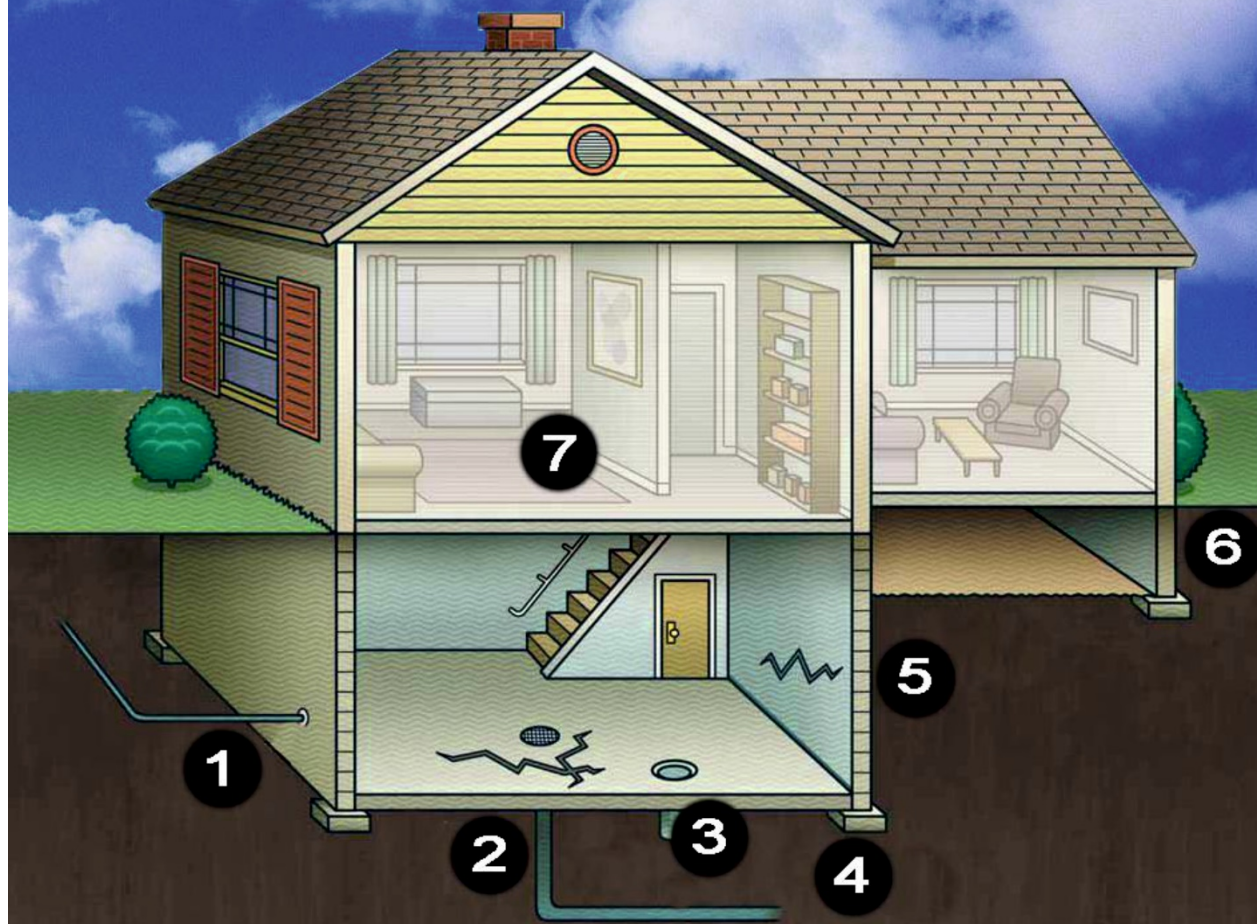
4.4 DETEKTORY DYMU

Detektory dymu. Detektory dymu v domácnosti spadajú do troch rôznych kategórií: ionizačný typ, fotoelektrický typ a detektory, ktoré obsahujú oba typy snímacích zariadení. Detektory ionizačného dymu sú lacnejšie a bežne sa používajú, ale emitujú malé množstvá radónu.

4.5 HODINY A HODINKY

Niektoré hodiny a hodinky môžu tiež zvýšiť celkovú hladinu radónu v okolí. Ak vlastníte svetelný číselník, pravdepodobne obsahuje buď trícium, rádioaktívnu formu vodíka alebo prométium, človekom vyrobený rádioaktívny prvok.

1. Medzery okolo potrubí
2. Praskliny v podlahe
3. Kanály prítoky a odtoky
4. Stavebné netesnosti
5. Praskliny v stene
6. Diery cez stenu
7. Uvoľňovanie Rn zo stavebného materiálu



Prestup radónu do budov

5. MERANIE RADÓNU

Meranie radónu sa zvyčajne realizuje pred stavbou na stavebnom pozemku. V prípade už stojacej stavby je možné monitorovanie radónu.

Objemová aktivita radónu sa meria i v prevádzkach pracoviska so zvýšeným ožiarением prírodným ionizujúcim žiarením

5.1 MERANIE RADÓNU NA STAVEBNOM POZEMKU

Meraním radónu na stavebnom pozemku sa stanovuje „radónový index pozemku“.

Radónový index pozemku sa stanovuje zo súboru nameraných hodnôt, kde sa do úvahy berú štatistické charakteristiky objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu a zároveň plynová priepustnosť základových pôd pozemku.

Radónový index pozemku poznáme: nízky, stredný a vysoký.

Pri hodnotení stavebného pozemku so známym umiestnením stavby sa objemová aktivita ^{222}Rn v pôdnom vzduchu stanovuje na budúcej zastavanej ploche a v jeho najbližšom okolí v základnej sieti 10 m×10 m alebo hustejšej. Súbor meraní je najmenej 15 vzoriek pôdneho vzduchu odobratých z rôznych miest budúcej zastavanej plochy. Ak je budúca zastavaná plocha väčšia ako 6000 m² a budúcou stavbou nie je bytová budova, základná sieť môže byť 20 m×20 m.

Pri hodnotení stavebného pozemku s neznámym umiestnením stavby sa objemová aktivita ^{222}Rn v pôdnom vzduchu stanovuje zo súboru najmenej 15 vzoriek pôdneho vzduchu rovnomerne rozdelených na ploche pozemku. Za dostatočnú hustotu stanovení sa považuje najmenej 25 odberových miest na 10 000 m².

Radónový index pozemku	Objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu (kBq.m ⁻³)		
	$c_A < 30$	$c_A < 20$	$c_A < 10$
Nízky	$c_A < 30$	$c_A < 20$	$c_A < 10$
Stredný	$30 \leq c_A < 100$	$20 \leq c_A < 70$	$10 \leq c_A < 30$
Vysoký	$c_A \geq 100$	$c_A \geq 70$	$c_A \geq 30$
	Plynová priepustnosť pôd		
	Nízka	Stredná	Vysoká

5.2. MERANIE RADÓNU V BYTOVÝCH PRIESTOROCH

Jedná sa o budovy, ktoré majú podzemné podlažie alebo prvé nadzemné podlažie určené na bývanie osôb, alebo na poskytovanie služieb s pobytom osôb viac ako 100 hodín za kalendárny rok. Referenčná úroveň je 300 Bq.m^{-3} .

Koncentrácia radónu nie je konštantná, mení sa vplyvom teploty, tlaku, vlhkosti, ročného obdobia a režimom prevádzky budovou.

Najpresnejšie meranie je dlhodobé meranie – niekoľko mesiacov aspoň v 2 ročných obdobiach. Je možné i orientačné krátkodobé meranie 7-14 dní, najvhodnejšie v období slabšieho vetrania- čo je prevažné zimné, vykurovacie obdobie.

5.3 MERANIE RADÓNU NA PRACOVISKU S MOŽNÝM ZVÝŠENÝM OŽIARENÍM Z RADÓNU

Pracoviskom s možným zvýšeným ožiarením z radónu je:

- pracovisko v podzemí
- pracovisko situované na území, kde v budovách s pobytovými priestormi priemerná objemová aktivita radónu za kalendárny rok s vyššou pravdepodobnosťou prekračuje referenčnú úroveň uvedenú 300 Bq/m^3 , ktoré má steny a je umiestnené v podzemnom podlaží budovy alebo prvom nadzemnom podlaží budovy okrem pracoviska v prvom nadzemnom podlaží budovy, ktoré od povrchu oddeľuje vrstva voľne prúdiaceho vzduchu alebo bola postavená po 26.6.1992, podpivničená v celom pôdoryse pracoviska a zabezpečená proti prenikaniu vzduchu z podzemného podlažia.

6. PROTIRADÓNOVÉ OPATRENIA

6.1 VETRANIE

Intenzívnym vetraním sa koncentrácia radónu vo vzduchu výrazne znižuje.

Súčasný moderný nízkoenergetický majú zvyčajne nútené vetranie s rekuperáciou tepla. Toto vetranie je možné používať i na zníženie koncentrácie radónu.

6.2 UTESNENIE TRHLÍN A ŠKÁR Z PODLOŽIA A INÝCH OTVOROV Z PODLOŽIA

6.2.1 UTESNENIE ŠKÁR A TRHLÍN

Utesnenie živcami (epoxidovými, syntetické), maltou, tmelmi (akrylátové, silikónové), polyuretány.

6.2.2 UTESNENIE PRIESTOROV SCHODIŠŤA A UTESNENIE DVERÍ DO PIVNICE

Je nevyhnutné dbať na precízne utesnenie dverí, ktoré vedu do pivnice. Pozornosť je potrebné venovať zárubniám, samotnému tesneniu dverí i prahom.

Podobné zásady platia i pre schodište do pivnice.

6.2.3 ŠACHTY, TRATIVODY, STUDNE V DOME

Trativody treba prebudovať na zberné nádoby.

Šachty je potrebné utesniť vybudovaním stien a utesneným poklopu.

Studňu je potrebné utesniť, prípadne doplniť odvetrávaním mimo objektu

6.3 IZOLÁCIA A VETRACIE SYSTÉMY

Pri nízkom radónovom indexe stavebného pozemku dostatočnou ochranu proti radónu tvorí prevedenie všetkých kontaktných konštrukcií s celistvou povlakovou hydroizoláciou s vodotesnými spojmi a prestupmi.

Pri strednom radónovom indexe je základnou ochranou je celistvá a spojitá proti radónová izolácia.

Pri vysokom radónovom indexe je vhodné kombinovať radónovú izoláciu s vetracím systémom.

Pokiaľ je pod stavbou vytvorená drenážna vrstva s vysokou priepustnosťou, alebo je súčasťou kontaktná konštrukcia podlahového kúrenie, je potrebné vo všetkých kategóriách radónového indexu stavby urobiť kombináciu s vetracím systémom

6.3.1 PROTIRADÓNOVÁ IZOLÁCIA

Materiály na protiradónové izolácie musí spĺňať nasledujúce požiadavky:

- majú stanovený súčiniteľ difúzie radónu vlastného izolačného materiálu
- majú stanovený spôsob prevedenia spojov s uvedeným súčiniteľom difúzie radónu
- trvanlivosť odpovedá predpokladanej životnosti stavby
- odolávajú koróznemu namáhaniu, ktoré prichádza do úvahy

Protiradónová izolácia môže byť tvorená asfaltovými pásmi, syntetickými fóliami, stierkami rôzneho chemického zloženia atď. Výnimkou sú asfaltové pásy s kovovými výstužnými vložkami, ktoré nesmú byť použité ako jediný materiál protiradónovej izolácie, pretože kovová fólie je vysoko náchylná k poškodeniu. Z dôvodov všeobecne veľmi zlej tesnosti spojov nesmie byť na protiradónovú izoláciu použitá ani plastová profilovaná (nopovaná) fólia. Funkciu protiradónovej izolácie nemôže plniť ani vodotesná železobetónová konštrukcia.

6.3.2 ODVETRÁVANIE PODLOŽIA

Odvetrávanie podlažia môže byť zabezpečené napríklad sústavou drenážnych perforovaných trubiek, ktoré sa ukladajú do súvislej drenážnej vrstvy s minimálnou výškou 150mm. Z drenážneho systému sa vzduch odvádza pasívne do vonkajšieho prostredia.

6.3.3 KOMBINÁCIA ODVETRÁVANIA Z IZOLAČNOU VRSTVOU

Podlahová ventilačná vrstva, ktorá môže byť pod i nad protiradónovou izoláciou, býva tvorená plastovými nopovanými fóliami, plastovými tvarovkami, vlnitými cementovými doskami atď. Vzduch sa z medzery odvádza pasívne alebo aktívne, najlepšie opäť nad strechu objektu. I tu platí, že odvetrávanie len do obvodových stien je neprípustné.

7 JEDNOTKY A PREVODNÉ VZŤAHY

Aktivita – počet rádioaktívnych premien v rádioaktívnom materiáli za jednotku času, jednotka: Bq – počet rozpadov za sekundu, tj. s^{-1} .

Mimosústavová jednotka: $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$, čo odpovedá počtu rozpadov v 1 g ^{226}Ra

Celkový tok častíc alebo **emisía zdroja** je počet emitovaných častíc dN za časový interval dt , jednotka s^{-1} . Je obecnnejšia veličina, použiteľná aj pre iné ako rádionuklidové zdroje žiarenia.

Hustota prechádzajúcich častíc alebo fluencia častíc je celkový počet častíc, ktoré vstúpili do gule

Dávka je stredná energia odovzdaná v elemente o hmotnosti dm .

Jednotka $\text{J kg}^{-1} = \text{Gray (Gy)}$. Stará jednotka $\text{rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$

Dávka charakterizuje absorpciu energie v látke (elemente), nehovorí o interakcii primárneho žiarenia v elemente.

Dávkový ekvivalent

definovaný v súlade s odporúčením ICRU z roku 1980 vzťahom $H = D \cdot Q \cdot N$,

jednotka Sievert, Sv.

D je dávka v príslušnom mieste

Q akostný faktor

N súčin všetkých ďalších modifikujúcich faktorov. Pre vonkajšie ožiarenie človeka sa v súčasnosti

Doporučuje sa $N=1$, pre vnútorné môže byť $N \neq 1$.

Efektívna dávka

Dávkový ekvivalent určený pre jednotlivé tkanivá - efektívny dávkový ekvivalent sa nazýva efektívna dávka.

V tejto veličine sa udáva aj limit pre ožiarenie,