

MUDr. Ariana LAJČÍKOVÁ, CSc.
Státní zdravotní ústav, Praha

Škodliviny ve vnitřním prostředí – radon v ovzduší domů a bytů

Noxious Substances in the Indoor – Radon in the Air of Houses and Flats

Recenzent
prof. Ing. František Drkal, CSc.

Člověk tráví většinu života v uzavřeném prostředí domů a bytů. Zatímco venku se škodliviny vzdušnou masou ředí, ve vnitřním prostředí se mohou koncentrovat. Toto nebezpečí stoupá po instalaci těsných oken a zateplení fasády. Jednou z významných, život ohrožujících škodlivin je radon v ovzduší. Tento plyn, který se do objektů dostává převážně z podloží, je významnou příčinou rakoviny plic. Česká republika je zemí s nejvyšší průměrnou koncentrací radonu v bytech v Evropě. Průměrná objemová aktivita radonu je u nás 120 Bq/m³, vyšší má 30 % obyvatelstva, opakovaně byly naměřeny i několikatisícové hodnoty. Ročně u nás umírá 5600 osob na zhoubné plicní onemocnění, 16 % z nich, tj. asi 900, je zapříčiněno radonem v ovzduší, resp. produkty jeho rozpadu za vzniku ionizujícího záření. V současnosti probíhá na základě Usnesení vlády ČR již třetí dekáda Radonového programu, ve kterém zastupují Ministerstvo zdravotnictví. V informativním sdělení upozorňují na toto významné riziko a nutnost ochrany zdraví. Dostatečné větrání každého objektu je nezbytnou podmínkou.

Klíčová slova: byty, vnitřní ovzduší, radon

People spend the majority of their life indoors – in houses and flats. While outdoors the pollutants are diluted by mass of the air, indoors after installation of new tight windows and thermal insulation of facade this danger increases. Very important pollutant – dangerous to life – is radon in the air. This gas, penetrating into houses mainly from the subsoil, is one important cause of lung cancer. The Czech Republic is the country with the highest average concentration of radon in flats in Europe. The average level in our country is 120 Bq/m³, while in 30 % of population were found higher levels, sometimes even several thousands of Bq/m³. Every year 5600 persons is dying with diagnosis lung cancer, 16 % of them (about 900) is caused by radon and its daughter products and ionizing radiation.

At present, after the Resolution of the Czech Government the third period of the Radon program is in progress. In this program I am the deputy of the Czech Ministry of Health. In my information I would like to point your attention to this important risk and to the health protection necessity. Sufficient ventilation of buildings is the essential.

Klíčová slova: Flats, indoor, radon

ÚVOD

Péče o zdraví lidí, kteří dnes tráví život převážně v budovách, vede k odmítání a odstraňování rizik všeho druhu ve vnitřním prostředí. Bojíme se toxického působení oxidu uhličitého a dalších chemických látek v ovzduší. Bojíme se zvýšené vlhkosti, při které rostou na površích plísně. Bojíme se nejrůznějších pevných i plyných polutantů, které můžeme vdechnout. Bojíme se mikrobiologické kontaminace ovzduší. Všechny tyto látky mohou negativně ovlivňovat zdraví, dlouhodobá expozice zvyšuje únavu a dráždí sliznice očí, horních i dolních dýchacích cest, způsobuje různá zánětlivá onemocnění, oslabuje imunitu. Některé polutanty mohou působit závažněji a způsobovat zhoubné bujení exponovaných tkání. Stálý strach z „něčeho“ způsobuje, že se náš život stává permanentním stresem. Pokud naše obavy vedou k eliminaci známých rizik, vedou vlastně ke zvýšení komfortu prostředí.

RADON V OVZDUŠÍ

Kontaminanty vnitřního prostředí byly mnohokrát popsány. Některé odstraňujeme, protože nás obtěžují svým působením. Jsou ale rizika, která necítíme, nevidíme a jejich závažnost si neuvědomujeme, nebo uvědomit si je podvědomě odmítáme. Přesto jsou velmi závažná. Takovým život ohrožujícím nebezpečím je radon v ovzduší. **Česká republika je územím s nejvyšší průměrnou koncentrací radonu v bytech na světě.** Průměrná objemová aktivita radonu u nás je 120 Bq/m³. **Žádná jiná evropská země se s námi nemůže úplně srovnávat,** blíží se nám skandinávské země, Finsko a Švédsko (tab. 1).

Tab. 1 Průměrná koncentrace radonu v ovzduší obytných budov v Evropě

Stát	Koncentrace radonu [Bq/m ³]
Česká republika	120
Finsko	110
Švédsko	108
Rakousko	75
Švýcarsko	70
Francie	68
Norsko	60
Německo	50
Velká Británie	20

Zatímco největší obavy veřejnosti vyvolávají zejména jaderná zařízení a úložiště radioaktivních odpadů, jejich běžný provoz ve skutečnosti přispívá k celkovému ozáření minimálně. Největší podíl na celkovém průměrném ozáření má vdechování radonu a jeho rozpadových produktů v budovách. Individuální dávky se samozřejmě liší, zejména v případě lékařského ozáření. Týká se to však i ozáření v budovách, kde se koncentrace radonu pohybují nejčastěji od 60 do 10 000 Bq/m³. Asi ve

2 % bytů (je to asi 76 000 bytů) je koncentrace radonu vyšší než 400 Bq/m³ a v 0,2 % bytů (asi 7 000) je vyšší než 1000 Bq/m³. Jsou ale domy i s vyššími hodnotami.

CO O RADONU VÍME

První znalosti o radonu máme krátce přes sto let. Roku 1896 objevil H. Becquerel radioaktivitu. V roce 1898 M. Curie Sklodowska zkoumala radioaktivitu uranu a objevila radium. Za tyto objevy každý z nich získal Nobelovu cenu. V roce 1900 objevil F. E. Dorn „radiovou emanaci“, tzv. niton, až od roku 1931 nazývaný radon. Počátkem století bylo provedeno první měření v důlním ovzduší, ale soustavné měření radonu v dolech se datuje až od roku 1950. V roce 1952 nezávisle na sobě W. F. Bale v USA a F. Běhounek u nás označili radon v ovzduší, resp. jeho rozpadové produkty, za příčinu karcinomu plic u horníků. Tato hypotéza byla prokázána epidemiologickými studiemi. Pokračoval výzkum, na jehož základě potvrdila nebezpečí radonu Světová zdravotnická organizace, která radon v r. 1988 zařadila mezi prokázané lidské karcinogeny [1]. Výzkum se však orientoval stále na práci horníků v dolech. Tehdy se ještě nevědělo, že radon proniká i do domů. První měření radonu v domech byla provedena ve druhé polovině minulého století ve Švédsku, avšak výsledkům byl dlouho přisuzován jen lokální význam. Proměření bytové zástavby v Jáchymově i jinde koncem minulého století posléze ukázalo, že se radon vyskytuje všude.

Tab. 2. Přehled směrných hodnot a koncentrací v různých prostředích (Radon bulletin 2012)

Prostředí	Koncentrace v Bq/m ³	Pozn.
Venkovní ovzduší	10 až 20	Extrémny možné v případě inverze
Průměrná hodnota v bytech ČR	120	Nejvyšší na světě
Směrná hodnota pro novostavby	200	Zvážit ozdravná opatření
Směrná hodnota pro stávající stavby	400	Zvážit ozdravná opatření
Návrh EU pro stavby bez ohledu na stáří objektu	300	Návrh do nové směrnice EU (diskutován)
Mezní hodnota pro užívání	4000	Objekt by lidé neměli užívat
Maximální hodnota zjištěná v ČR	35 000	Průměr ročního měření
Půdní vzduch	5000 až 1 500 000	Radon v pórech hornin a zemin

RADONOVÝ PROGRAM

Snahou odborníků na problematiku záření, organizovaných pod MZČR, byl koncem osmdesátých let schválen vládou tzv. Radonový program, cílený na vyhledávání rizika radonu na území státu, i mimo důlní díla. Výsledkem byly speciální mapy, dnes každému volně dostupné na internetu (www.geology.cz), zobrazující rizika půdního radonu [2]. Ukázalo se, že jsou lokality, kde je radon přítomen ve značných koncentracích. Byla vydána radonová vyhláška č. 76/1991 Sb. (dříve než v EU!) a atomový zákon č. 18/1997 Sb. Práce přibývalo, proto schválila vláda v roce 1999 druhou dekádu Radonového programu. V té době se hlavním gestorem radonové problematiky stal nově vzniklý Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) se zázemím ve Státním ústavu radiační ochrany (SÚRO). Jedním z cílů druhé dekády Radonového programu bylo vyhledávat budovy s nejvyššími koncentracemi radonu v ovzduší. Dalším cílem bylo

nalezení postupů, vedoucích ke snížení ozáření lidí v budovách. Za těmito stručnými slovy se skrývá velká práce mnoha odborníků, zejména mnoho měření. Výzkum provázelo informování veřejnosti, které se stalo hlavní náplní třetí dekády Radonového programu, kterou vyhlásila vláda svým Usnesením v květnu 2009 [3]. Je řízen Akčním plánem, který stanoví jeho priority a úkoly. Ty jsou rozděleny do čtyř kroků:

1. *Strategie informovanosti* – ve spolupráci s katedrou sociologie FFKU byl proveden seriózní sociologický průzkum, ze kterého vyplynulo, že o radonu slyšelo 80 % respondentů. Z těch, kteří v posledních letech stavěli nebo kupovali dům, slyšelo o radonu 93 %, 90 % respondentů ho považuje za rizikový, 94 % ví, že zvyšuje riziko rakoviny, 88 % ví, že se jedná o rakovinu plic, 90 % ví, že má smysl protiradonová izolace a 60 % ví, že má smysl větrat. Vlastní informovanost vnímá jako špatnou až velmi špatnou 50 % respondentů. Z provedeného průzkumu vyplynulo, že teprve znalost rizika v rezidenční oblasti ovlivňuje chování občanů. Proto je šíření informací hlavní náplní třetí dekády radonového programu.
2. *Strategie protiradonové prevence* – jsou připravovány materiály pro stavební úřady, kterým je legislativně uloženo vyžadovat výsledek stanovení radonového indexu pozemku k vydání stavebního povolení, pracovníci stavebních úřadů jsou v problematice soustavně vzděláváni.
3. *Strategie usměrňování stávajícího ozáření z radonu* – trvá možnost bezplatného krátkodobého informativního měření, je rozpracován systém a kritéria poskytování státních dotací na provedení protiradonových opatření. Pokračuje měření v objektech veřejného zájmu, zejména ve školních a předškolních zařízeních. Tyto objekty jsou postupně ozdravovány.
4. *Odborná vědecko-technická podpora* – na adrese www.radonovyprogram.cz je volně dostupná kompletní příručka RADON – stavební souvislosti, zpracovaná na Stavební fakultě ČVUT v Praze. Má těchto devět částí:
 - ☐ prvky protiradonových systémů,
 - ☐ odvětrání podlaží,
 - ☐ protiradonové izolace,
 - ☐ ventilační vrstvy,
 - ☐ výběr protiradonových opatření,
 - ☐ součinitel difuze radonu,
 - ☐ jednoduché větrací systémy budov,
 - ☐ výpočty a dimenzování podle ČSN 73 0601,
 - ☐ stavební materiály jako zdroj radonu a gama záření.

Dnes tedy třetí dekáda Radonového programu pokračuje a tím, že na problematiku ozáření radonem v budovách upozorňují, plní úkol, uložný ministerstvu zdravotnictví ČR, které se na podnět Světové zdravotnické organizace k radonovému programu opět připojilo.

ZATEPLOVÁNÍ A RADON

V současnosti je aktuální zateplování domů a bytů. Pohnutky jsou ekonomické, ale i ekologické. Podstata zateplování staveb spočívá v omezení prostupu tepla obálkou budovy, stěnami, okny, dveřmi a střechou. Trendem budoucnosti jsou nízkooenergetické a pasivní domy. Větrání infiltrací je zde potlačeno pod mez únosnou k odstranění již zmíněné vodní páry, oxidu uhličitého a dalších škodlivin, např. formaldehydu, ale i radonu. **Omezení přirozeného větrání utěsněním stavby může mít na koncentraci radonu ve vnitřním prostředí obrovský vliv. Jeho koncentrace narůstá u zateplených budov o více než 60 %!** Z výsledků, získaných pracovníky SÚRO vyplývá, že jen při výměně starých netěsných oken za nová dochází v průměru k tří – až šestinásobnému snížení výměny vzduchu v objektu, což v praxi znamená 3x až 6x vyšší koncentraci radonu ve vnitřním ovzduší. Před zateplením staveb a in-

stálací těsných oken je proto třeba se informovat na radonovou situaci v daném místě a příp. provést informační krátkodobé měření (detektor zapůjčí zájemci zdarma SÚRO). Z funkčního hlediska je jediným systémem, který může zaručit potřebnou výměnu vzduchu a přívod vzduchu čerstvého v zateplené stavbě jen nucené větrání. Nastavení plastových oken do polohy přivětrávání zajistí cca 1/3 potřeby čerstvého vzduchu. Zkušenosti z praxe ukazují, že v některých případech nestačí ponechat vyřešení vysoké koncentrace radonu pouze na vzduchotechnickém systému. Přísun radonu do domu může být tak velký, že by se potřebné nucené větrání stalo nerentabilním. Je třeba přikročit k realizaci protiradonových opatření. Jejich základem je odvětrání podlaží stavby. Potřebné technické postupy jsou známy, lze je dnes realizovat i se státní dotací [4, 5].

ZÁVĚR

Snížení energetické náročnosti budov je jistě smysluplným krokem k úspoře energií. Vždy však musí být zohledněny hygienické požadavky na kvalitu vnitřního prostředí budov a to jak ve fázi projektové dokumentace nového objektu, tak při samotné realizaci v novém či stávajícím objektu. Zateplení budovy nesmí ohrozit zdraví a život uživatelů objektu. Zateplení bez vyřešeného větrání by takovým ohrožením mohlo být. Platí, že nejúčinnějším protiradonovým opatřením je odvětrání podlaží pod domem. Principy ochranných opatření a další užitečné informace najde zájemce na adrese www.radonovyprogram.cz. Pomůckou je také ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti pronikání radonu z podlaží. Legislativní oporu dává vyhláška č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně, v platném

znění, vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby v platném znění a zákon č.18/1997 Sb. (atomový zákon) v platném znění.

Kontakt na autora: alajcik@szu.cz

Použité zdroje:

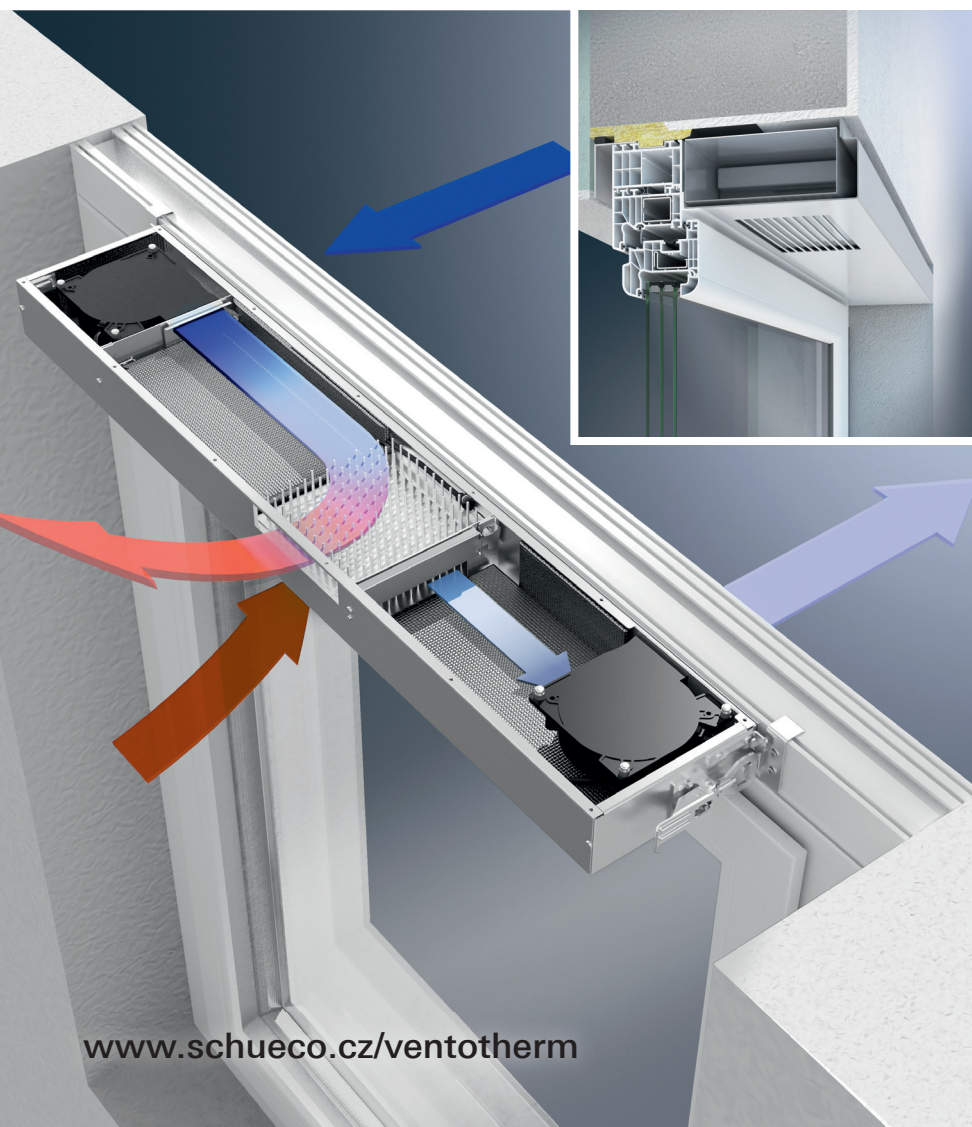
- [1] LAJČÍKOVÁ, A., THOMAS, J. Prevence rakoviny plic způsobené radonem. *Prakt. Léč.* 2010, roč. 90, č. 4, s. 243-246.
- [2] LAJČÍKOVÁ, A. Radonový program v roce 2012 pokračuje. *Vytápění, větrání, instalace*. 2012, roč. 21, č. 4, s. 178-179.
- [3] LAJČÍKOVÁ, A. Radonový program v České republice pokračuje. *Hygiena*. 2013, roč. 58, č. 3, s. 130-133.
- [4] JIRÁNEK, M.: Principy ochrany nových staveb proti radonu z podlaží. *Vytápění, větrání, instalace*. 2011, roč. 20, č. 1, s. 30-32.
- [5] STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *SÚJB: Informace o Radonovém programu* [online]. Dostupné z: www.radonovyprogram.cz ■

Model předpovědi počasí Creative Electronic

Pod názvem Eproma Box nabízí Creative Electronic GmbH, Weilheim/Teck, energetický prognózovací systém pro automatizaci budov, založený na modelu předpovědi počasí. Pět dní dopředu ve 3hodinových intervalech dodává data předpovědi počasí vztahené na konkrétní budovu. Systém automatizace budov tak může optimalizovaně, automaticky upravit potřebu energie. Zpětnou vazbu tvoří zpracování naměřených hodnot senzorikou budovy a naměřené údaje počasí a předpovědi meteorologického ústavu. Eproma Box je vybaven rozhraními BACnet a Modbus.

Pramen: CCI 07/13

(AB)



Schüco
VentoTherm
Integrovaný
okenní
větrací systém
s rekuperací

SCHÜCO